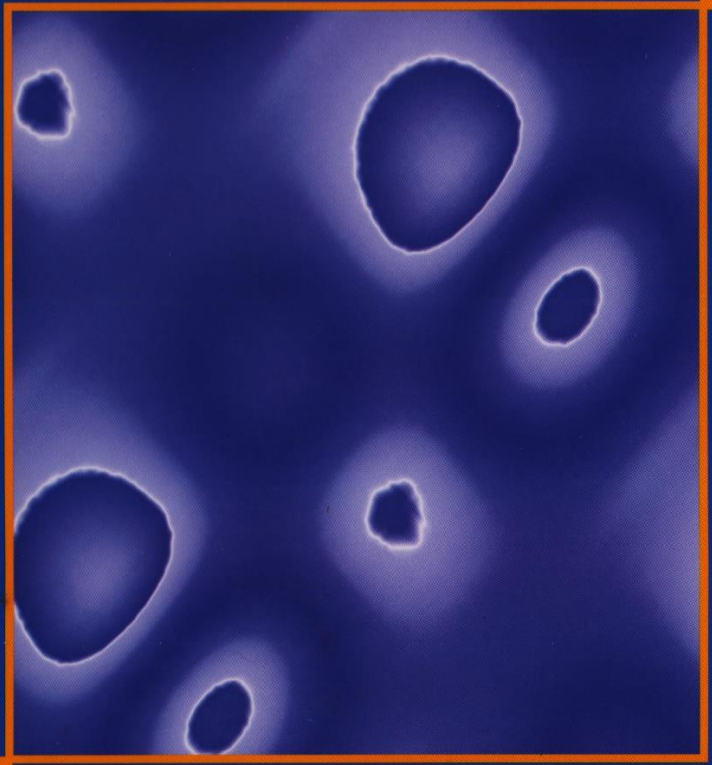
MARIO BUNGE



LA CIENCIA

SU METODO Y SU FILOSOFIA

EDITORIAL SUDAMERICANA

Mario Bunge, pensador argentino radicado en Canadá, es internacionalmente reconocido como uno de los filósofos más importantes de la actualidad. Doctor en Física, ha enseñado en las Universidades de Buenos Aires, La Plata, Pensilvania, Delaware, Friburgo y Aarhus, así como en la Universidad de la República (Uruguay), en la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Instituto Politécnico Federal de Zurich. Actualmente ocupa la cátedra de Lógica y Metafísica en la decana de las universidades canadienses.

Bunge es autor de más de 300 publicaciones en física, metodología de la ciencia, semántica, ontología, ética, política científica, etc. Entre sus libros figuran *La causalidad, La investigación científica, Filosofía de la física, Epistemología, Materialismo y ciencia* y el *Treatise on Basic Philosophy*, del que lleva publicados seis tomos. Algunas de sus obras han sido traducidas al francés, alemán, ruso, polaco, húngaro, portugués, italiano y japonés.

En 1982 Bunge ganó el premio Príncipe de Asturias de Comunicaciones y Humanidades, y J. Agassi y R. S. Cohen compilaron un volumen en su homenaje: *Scientific Philosophy Today: Essays in Honor of Mario Bunge*.

Editorial Sudamericana publicará próximamente *Sistemas sociales y filosofía*.

LA CIENCIA
Su método y su filosofía

Diseño de tapa: María L. de Chimondeguy / Isabel Rodrigué

MARIO BUNGE

LA CIENCIA

Su método y su filosofía

Edición corregida y aumentada

EDITORIAL SUDAMERICANA
BUENOS AIRES

Primera edición en Editorial Sudamericana

PRIMERA EDICION
Junio de 1995

CUARTA EDICION
Mayo de 2001

IMPRESO EN LA ARGENTINA

Queda hecho el depósito
que previene la ley 11.723.
© 1995, Editorial Sudamericana S.A. ®
Humberto I 531, Buenos Aires

ISBN 950-07-1043-9

www.edsudamericana.com.ar

PREFACIO

Ésta es una introducción a la metodología científica y a la filosofía de la ciencia o epistemología. Es libro de texto en toda Hispanoamérica. Desgraciadamente, muchas ediciones del mismo, en media docena de países, son clandestinas y por ello descuidadas.

La obra reaparece hoy corregida y aumentada con un capítulo que la pone al día con la popular filosofía y sociología de la ciencia inspiradas en Thomas S. Kuhn y Paul K. Feyerabend.

Quien desee profundizar el tema podrá recurrir a mi tratado La investigación científica *(Barcelona, Ariel, 2a. ed., 1983). Me he ocupado de capítulos especiales de la epistemología en otros libros:* Filosofía de la física *(Barcelona, Ariel, 1978),* Lingüística y filosofía *(Barcelona, Ariel, 1983),* Controversias en física *(Madrid, Tecnos, 1983),* El problema mente-cerebro *(Madrid, Tecnos, 1985),* Racionalidad y realismo *(Madrid, Alianza Universidad, 1985),* Seudociencia e ideología *(Madrid, Alianza Editorial, 1985),* Economía y filosofía *(Madrid, Tecnos, 1985),* Intuición y razón *(Madrid, Tecnos, 1986),* Vistas y entrevistas *(Buenos Aires, Siglo Veinte, 1987),* Filosofía de la

psicología, *en colaboración con Rubén Ardila (Barcelona, Ariel, 1988),* Mente y sociedad *(Madrid, Alianza Universidad, 1989), y* Sociología de la ciencia *(Buenos Aires, Siglo Veinte, 1993).* Ética y ciencia *(Buenos Aires, Siglo Veinte, 1960),* La causalidad *(Buenos Aires, Eudeba, 1961),* Materialismo y ciencia *(Barcelona, Ariel, 1980),* Ciencia y desarrollo *(Buenos Aires, Siglo Veinte, 1980) y* Sistemas sociales y filosofía *(Buenos Aires, Siglo Veinte, 1994) se ocupan de temas contiguos a la epistemología.*

Quien se interese por mi sistema filosófico consultará mi Treatise on Basic Philosophy, *en ocho tomos (Dordrecht-Boston, Reidel, 1974-1989), que abarca semántica, ontología, gnoseología, epistemología, axiología y ética. Finalmente, quien tenga curiosidad por conocer algunas de las reacciones provocadas por este tratado compulsará el volumen colectivo* Studies on Mario Bunge's Treatise, *compilado por G. Dorn y P. Weingartner (Amsterdam, Rodopi, 1990).*

Mario Bunge
Foundations & Philosophy of Science Unit
McGill University
Montreal, Quebec, Canadá
Primavera de 1994

¿Qué es la ciencia?

1. Introducción

Mientras los animales inferiores sólo están en el mundo, el hombre trata de entenderlo: y, sobre la base de su inteligencia imperfecta pero perfectible del mundo, el hombre intenta enseñorearse de él para hacerlo más confortable. En este proceso, construye un mundo artificial: ese creciente cuerpo de ideas llamado "ciencia", que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible. Por medio de la investigación científica, el hombre ha alcanzado una reconstrucción conceptual del mundo que es cada vez más amplia, profunda y exacta.

Un mundo le es dado al hombre; su gloria no es soportar o despreciar este mundo, sino enriquecerlo construyendo otros universos. Amasa y remoldea la naturaleza sometiéndola a sus propias necesidades; construye la sociedad y es a su vez construido por ella; trata luego de remoldear este ambiente artificial para adaptarlo a sus propias necesidades animales y espirituales, así como a sus sueños: crea así el mundo de los artefactos y el mundo de la cultura. La ciencia como actividad —como investigación— pertenece a la vida social; en

cuanto se la aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales, la ciencia se convierte en tecnología. Sin embargo, la ciencia se nos aparece como la más deslumbrante y asombrosa de las estrellas de la cultura cuando la consideramos como un bien por sí mismo, esto es, como un sistema de ideas establecidas provisionalmente (conocimiento científico), y como una actividad productora de nuevas ideas (investigación científica). Tratemos de caracterizar el conocimiento y la investigación científicos tal como se los conoce en la actualidad.

2. *Ciencia formal y ciencia fáctica*

No toda investigación científica procura el conocimiento objetivo. Así, la lógica y la matemática —esto es, los diversos sistemas de lógica formal y los diferentes capítulos de la matemática pura— son racionales, sistemáticos y verificables, pero no son objetivos, no nos dan informaciones acerca de la realidad: simplemente no se ocupan de los hechos. La lógica y la matemática tratan de entes ideales; estos entes, tanto los abstractos como los interpretados, sólo existen en la mente humana. A los lógicos y matemáticos no se les da objetos de estudio: ellos construyen sus propios objetos. Es verdad que a menudo lo hacen por abstracción de objetos reales (naturales y sociales), como es el caso de las figuras geométricas y de los números

enteros. Más aún, el trabajo del lógico o del matemático satisface a menudo las necesidades del naturalista, del sociólogo o del tecnólogo, y es por esto que la sociedad los tolera y, ahora, hasta los estimula. Pero la materia prima que emplean los lógicos y los matemáticos no es fáctica sino ideal.

Por ejemplo, el concepto de número abstracto nació, sin duda, de la coordinación (correspondencia biunívoca) de conjuntos de objetos materiales, tales como dedos, por una parte, y guijarros, por la otra; pero no por esto aquel concepto se reduce a esta operación manual, ni a los signos que se emplean para representarlo. Los números no existen fuera de nuestros cerebros. Los objetos materiales son numerables siempre que sean discontinuos; pero no son números; tampoco son números puros (abstractos) sus cualidades o relaciones. En el mundo real encontramos 3 libros, en el mundo de la ficción construimos 3 platos voladores. Pero ¿quién vio jamás un 3, un simple 3?

La lógica y la matemática, por ocuparse de inventar entes formales y de establecer relaciones entre ellos, se llaman a menudo *ciencias formales*, precisamente porque sus objetos no son cosas ni procesos sino, para emplear el lenguaje pictórico, formas en las que se puede verter un surtido ilimitado de contenidos, tanto fácticos como empíricos. Esto es, podemos establecer *correspondencias* entre esas formas (u objetos formales), por una parte, y cosas y procesos pertenecientes a cualquier nivel de la realidad, por la otra. Así es como

la física, la química, la fisiología, la psicología, la economía y las demás ciencias recurren a la matemática, empleándola como herramienta para representar con precisión las complejas relaciones que se encuentran entre los hechos, y entre los diversos aspectos de los hechos; dichas ciencias no identifican las formas ideales con los objetos concretos, sino que interpretan las primeras en términos de hechos y de experiencias (o, lo que es equivalente, formalizan enunciados fácticos).

Lo mismo vale para la lógica formal: algunas de sus partes —en particular, pero no exclusivamente, la lógica proposicional bivalente— pueden hacerse corresponder a aquellas entidades psíquicas que llamamos pensamientos. Semejante aplicación de las ciencias de la forma pura a la inteligencia del mundo de los hechos se efectúa asignando diferentes interpretaciones a los objetos formales. Estas interpretaciones son, dentro de ciertos límites, arbitrarias; vale decir, se justifican por el éxito, la conveniencia o la ignorancia. En otras palabras, el significado fáctico o empírico que se les asigna a los objetos formales no es una propiedad intrínseca de los mismos. De esta manera, las ciencias formales jamás entran en conflicto con la realidad. Esto explica la paradoja de que, siendo formales, se "aplican" a la realidad: en rigor no se aplican, sino que se emplean en la vida cotidiana y en las ciencias fácticas a condición de que se les superpongan reglas de correspondencia adecuada. En suma, la lógica y la matemática establecen contacto con la realidad a través del

puente del lenguaje, tanto el ordinario como el científico.

Tenemos así una primera gran división de las ciencias, en formales (o ideales) y fácticas (o materiales). Esta ramificación preliminar tiene en cuenta el *objeto* o tema de las respectivas disciplinas; también da cuenta de la diferencia de especie entre los enunciados que se proponen establecer las ciencias formales y las fácticas: mientras los enunciados formales consisten en relaciones entre signos, los enunciados de las ciencias fácticas se refieren, en su mayoría, a entes extracientíficos: a sucesos y procesos. Nuestra división también tiene en cuenta el *método* por el cual se ponen a prueba los enunciados verificables: mientras las ciencias formales se contentan con la lógica para demostrar rigurosamente sus teoremas (los que, sin embargo, pudieron haber sido adivinados por inducción común o de otras maneras), las ciencias fácticas necesitan más que la lógica formal: para confirmar sus conjeturas necesitan de la observación y/o el experimento. En otras palabras, las ciencias fácticas tienen que mirar las cosas y, siempre que les sea posible, deben procurar cambiarlas deliberadamente para intentar descubrir en qué medida sus hipótesis se adecuan a los hechos.

Cuando se demuestra un teorema lógico o matemático no se recurre a la experiencia: el conjunto de postulados, definiciones, reglas de formación de las expresiones dotadas de significado y reglas de inferencia deductiva —en suma la base de la teoría dada—, es necesario y suficiente para

ese propósito. La demostración de los teoremas no es sino una deducción: es una operación confinada a la esfera teórica, aun cuando a veces los teoremas mismos (no sus demostraciones) sean sugeridos en alguna esfera extramatemática, y aun cuando su prueba (pero no su primer descubrimiento) pueda realizarse con ayuda de calculadoras electrónicas. Por ejemplo, cualquier demostración rigurosa del teorema de Pitágoras prescinde de mediciones y emplea figuras sólo como ayuda psicológica al proceso deductivo. Que el teorema de Pitágoras haya sido el resultado de un largo proceso de inducción conectado a operaciones prácticas de mediciones de tierras, es objeto de la historia, la sociología y la psicología del conocimiento.

La matemática y la lógica son, en suma, ciencias deductivas. El proceso constructivo, en que la experiencia desempeña un gran papel sugestivo, se limita a la formación de los puntos de partida (axiomas). En matemática la verdad consiste, por esto, en la coherencia del enunciado dado con un sistema de ideas admitido previamente: por esto, la verdad matemática no es absoluta, sino relativa a ese sistema, en el sentido de que una proposición que es válida en una teoría puede dejar de ser lógicamente verdadera en otra teoría. (Por ejemplo, en el sistema de aritmética que empleamos para contar las horas del día, vale la proposición 24 + 1 = 1.) Más aún las teorías matemáticas abstractas, esto es, que contienen términos no interpretados (signos a los que no se atribuye un

significado fijo, y que, por lo tanto, pueden adquirir distintos significados) pueden desarrollarse sin poner atención al problema de la verdad.

Considérese el siguiente axioma de cierta teoría abstracta (no interpretada): "Existe por lo menos un x tal que es F". Se puede dar un número ilimitado de interpretaciones (modelos) de este axioma, dándose a 'x' y 'F' otros tantos significados. Si decimos que 'F' designa punto, obtenemos un modelo geométrico dado; si adoptamos la convención de que 'F' designa número, obtenemos un cierto modelo aritmético, y así sucesivamente. En cuanto "llenamos" la forma vacía con un contenido específico (pero todavía matemático), obtenemos un sistema de entes lógicos que tienen el privilegio de ser verdaderos o falsos dentro del sistema dado de proposiciones: a partir de ahí tenemos que habérnoslas con el problema de la verdad matemática. Aun así tan sólo las conclusiones (teoremas) tendrán que ser verdaderas: los axiomas mismos pueden elegirse a voluntad. La batalla se habrá ganado si se respeta la coherencia lógica, esto es, si no se violan las leyes del sistema de lógica que se ha convenido usar.

En las ciencias fácticas, la situación es enteramente diferente. En primer lugar, ellas no emplean símbolos vacíos (variables lógicas), sino tan sólo símbolos interpretados; por ejemplo, no involucran expresiones tales como "x es F", que no son verdaderas ni falsas. En segundo lugar, la racionalidad —esto es, la coherencia con un sistema de ideas aceptado previamente— es necesaria pero

no suficiente para los enunciados fácticos; en particular, la sumisión a algún sistema de lógica es necesaria pero no es una garantía de que se obtenga la verdad. Además de la racionalidad, exigimos de los enunciados de las ciencias fácticas que sean *verificables en la experiencia*, sea indirectamente (en el caso de las hipótesis generales), sea directamente (en el caso de las consecuencias singulares de las hipótesis). Únicamente después que haya pasado las pruebas de la verificación empírica podrá considerarse que un enunciado es adecuado a su objeto, o sea, que es verdadero, y aun así hasta nuevo aviso. Por esto es que el conocimiento fáctico verificable se llama a menudo *ciencia empírica*.

En resumidas cuentas, la coherencia es necesaria pero no suficiente en el campo de las ciencias de hechos: para afirmar que un enunciado es (probablemente) verdadero se requieren datos empíricos (proposiciones acerca de observaciones o experimentos). En última instancia, sólo la experiencia puede decirnos si una hipótesis relativa a cierto grupo de hechos materiales es adecuada o no. El mejor fundamento de esta regla metodológica que acabamos de enunciar es que la experiencia le ha enseñado a la humanidad que el conocimiento de hecho no es convencional, que si se busca la comprensión y el control de los hechos debe partirse de la experiencia. Pero la experiencia no garantizará que la hipótesis en cuestión sea la única verdadera: sólo nos dirá que es *probablemente* adecuada, sin excluir por ello la posibilidad de que un estudio ulterior pueda dar mejores

aproximaciones en la reconstrucción conceptual del trozo de realidad escogido. El conocimiento fáctico, aunque racional, es esencialmente probable; dicho de otro modo: la inferencia científica es una red de inferencias deductivas (demostrativas) y plausibles (inconcluyentes).

Las ciencias formales demuestran o prueban; las ciencias fácticas verifican (confirman o disconfirman) hipótesis que en su mayoría son provisionales. La demostración es completa y final; la verificación es incompleta y por ello temporaria. La naturaleza misma del método científico impide la confirmación final de las hipótesis fácticas. En efecto, los científicos no sólo procuran acumular elementos de prueba de sus suposiciones multiplicando el número de casos en que ellas se cumplen; también tratan de obtener casos desfavorables a sus hipótesis, fundándose en el principio lógico de que una sola conclusión que no concuerde con los hechos tiene más peso que mil confirmaciones. Por ello, mientras las teorías formales pueden ser llevadas a un estado de perfección (o estancamiento), los sistemas teóricos relativos a los hechos son esencialmente defectuosos; cumplen, pues, la condición necesaria para ser perfectibles. En consecuencia, si el estudio de las ciencias formales puede vigorizar el hábito del rigor, el estudio de las ciencias fácticas puede inducirnos a considerar el mundo como inagotable, y al hombre como una empresa inconclusa e interminable.

Las diferencias de método, tipo de enunciados y referentes, que separan las ciencias fácticas de

las formales, impiden que se las examine conjuntamente más allá de cierto punto. Por ser una ficción seria, rigurosa y a menudo útil, pero ficción al cabo, la ciencia formal requiere un tratamiento especial. En lo que sigue nos concentraremos en la ciencia fáctica. Daremos un vistazo a las características peculiares de las ciencias de la naturaleza y de la sociedad en su estado actual, con la esperanza de que la ciencia futura enriquezca sus cualidades o, al menos, de que las civilizaciones por venir hagan mejor uso del conocimiento científico.

Los rasgos esenciales del tipo de conocimiento que alcanzan las ciencias de la naturaleza y de la sociedad son la *racionalidad* y la *objetividad.* Por conocimiento racional se entiende:

a) que está constituido por conceptos, juicios y raciocinios, y no por sensaciones, imágenes, pautas de conducta, etc. Sin duda, el científico percibe, forma imágenes (p. ej., modelos visualizables) y hace operaciones; pero tanto el punto de partida como el punto final de su trabajo son ideas;

b) que esas ideas pueden combinarse de acuerdo con algún conjunto de reglas lógicas, con el fin de producir nuevas ideas (inferencia deductiva). Éstas no son enteramente nuevas desde un punto de vista estrictamente lógico, puesto que están implicadas por las premisas de la deducción; pero son gnoseológicamente nuevas en la medida en que expresan conocimientos de los que no se tenía conciencia antes de efectuarse la deducción;

c) que esas ideas no se amontonan caóticamente o, simplemente, en forma cronológica, sino

que se organizan en sistemas de ideas, esto es, en conjuntos ordenados de proposiciones (teorías).

Que el conocimiento científico de la realidad es objetivo, significa:

a) que concuerda aproximadamente con su objeto; vale decir, que busca alcanzar la verdad fáctica;

b) que verifica la adaptación de las ideas a los hechos recurriendo a un comercio peculiar con los hechos (observación y experimento), intercambio que es controlable y hasta cierto punto reproducible.

Ambos rasgos de la ciencia fáctica, la racionalidad y la objetividad, están íntimamente soldados. Así, por ejemplo, lo que usualmente se verifica por medio del experimento es alguna consecuencia —extraída por vía deductiva— de alguna hipótesis; otro ejemplo: el cálculo no sólo sigue a la observación sino que siempre es indispensable para planearla y registrarla. La racionalidad y objetividad del conocimiento científico pueden analizarse en un cúmulo de características a las que pasaremos revista en lo que sigue.

3. Inventario de las principales características de la ciencia fáctica

1) *El conocimiento científico es fáctico*: parte de los hechos, los respeta hasta cierto punto y siempre vuelve a ellos. La ciencia intenta descri-

bir los hechos tales como son, independientemente de su valor emocional o comercial: la ciencia no poetiza los hechos ni los vende, si bien sus hazañas son una fuente de poesía y de negocios. En todos los campos, la ciencia comienza estableciendo los hechos: esto requiere curiosidad impersonal, desconfianza por la opinión prevaleciente y sensibilidad a la novedad.

Los enunciados fácticos confirmados se llaman usualmente "datos empíricos": se obtienen con ayuda de teorías (por esquemáticas que sean) y son a su vez la materia prima de la elaboración teórica. Una subclase de datos empíricos es de tipo cuantitativo; los datos numéricos y métricos se disponen a menudo en tablas, las más importantes de las cuales son las tablas de constantes (tales como las de los puntos de fusión de las diferentes sustancias). Pero la recolección de datos y su ulterior disposición en tablas no es la finalidad principal de la investigación: la información de esta clase debe incorporarse a teorías si ha de convertirse en una herramienta para la inteligencia y la aplicación. ¿De qué sirve conocer el peso específico del hierro si carecemos de fórmulas mediante las cuales podemos relacionarlo con otras cantidades?

No siempre es posible, ni siquiera deseable, respetar enteramente los hechos cuando se los analiza, y no hay ciencia sin análisis, aun cuando el análisis no sea sino un medio para la reconstrucción final de los todos. El físico atómico perturba el átomo al que desea espiar; el biólogo mo-

difica y puede incluso matar al ser vivo que analiza; el antropólogo empeñado en el estudio de campo de una comunidad provoca en ella ciertas modificaciones. Ninguno de ellos aprehende su objeto tal como es, sino tal como queda modificado por sus propias operaciones; sin embargo, en todos los casos tales cambios son objetivos, y se presume que pueden entenderse en términos de leyes: no son conjurados arbitrariamente por el experimentador. Más aún, en todos los casos el investigador intenta describir las características y el monto de la perturbación que produce en el acto del experimento; procura, en suma, estimar la desviación o "error" producido por su intervención activa. Porque los científicos actúan haciendo tácitamente la suposición de que el mundo existiría aun en su ausencia, aunque, desde luego, no exactamente de la misma manera.

2) *El conocimiento científico trasciende los hechos:* descarta hechos, produce nuevos hechos y los explica. El sentido común parte de los hechos y se atiene a ellos: a menudo se limita al hecho aislado, sin ir muy lejos en el trabajo de correlacionarlo con otros o de explicarlo. En cambio, la investigación científica no se limita a los hechos observados: los científicos exprimen la realidad a fin de ir más allá de las apariencias; rechazan el grueso de los hechos percibidos, por ser un montón de accidentes; seleccionan los que consideran que son relevantes; controlan hechos y, en lo posible, los reproducen. Incluso producen cosas nuevas, desde instrumentos hasta partículas elemen-

tales; obtienen nuevos compuestos químicos, nuevas variedades vegetales y animales y, al menos en principio, crean nuevas pautas de conducta individual y social.

Más aún, los científicos usualmente no aceptan nuevos hechos a menos que puedan certificar de alguna manera su autenticidad; y esto se hace, no tanto contrastándolos con otros hechos, cuanto mostrando que son compatibles con lo que se sabe. Los científicos descartan las imposturas y los trucos mágicos porque no encuadran en hipótesis muy generales y fidedignas, que han sido puestas a prueba en incontables ocasiones. Vale decir, los científicos no consideran su propia experiencia individual como un tribunal inapelable; se fundan, en cambio, en la experiencia colectiva y en la teoría.

Hay más: el conocimiento científico racionaliza la experiencia en lugar de limitarse a describirla; la ciencia da cuenta de los hechos, no inventariándolos sino explicándolos por medio de hipotesis (en particular, enunciados de leyes) y sistemas de hipótesis (teorías). Los científicos conjeturan lo que hay tras los hechos observados, y de continuo inventan conceptos (tales como los de átomo, campo, masa, energía, adaptación, integración, selección, clase social o tendencia histórica) que carecen de correlato empírico, esto es, que no corresponden a perceptos, aun cuando presumiblemente se refieren a cosas, cualidades o relaciones existentes objetivamente. No percibimos los campos eléctricos o las clases sociales: conjeturamos

su existencia a partir de hechos experimentables, y tales conceptos son significativos tan sólo en ciertos contextos teóricos.

Este trascender la experiencia inmediata, este salto del nivel observacional al teórico, le permite a la ciencia mirar con desconfianza los enunciados sugeridos por meras coincidencias; le permite predecir la existencia real de cosas y procesos ocultos a primera vista, pero que instrumentos (materiales o conceptuales) más potentes pueden descubrir. Las discrepancias entre las previsiones teóricas y los hallazgos empíricos figuran entre los estímulos más fuertes para edificar teorías nuevas y diseñar nuevos experimentos. No son los hechos por sí mismos sino su elaboración teórica y la comparación de las consecuencias de las teorías con los datos observacionales, la principial fuente del descubrimiento de nuevos hechos.

3) *La ciencia es analítica*: la investigación científica aborda problemas circunscriptos, uno a uno, y trata de descomponerlo todo en elementos (no necesariamente últimos o siquiera reales). La investigación científica no se plantea cuestiones tales como "¿Cómo es el universo en su conjunto?", o "¿Cómo es posible el conocimiento?" Trata, en cambio, de entender toda situación total en términos de sus componentes; intenta descubrir los elementos que componen cada totalidad, y las interconexiones que explican su integración.

Los problemas de la ciencia son parciales y así son también, por consiguiente, sus soluciones; pero, más aún: al comienzo los problemas son es-

trechos o es preciso estrecharlos. Pero, a medida que la investigación avanza, su alcance se amplía. Los resultados de la ciencia son generales, tanto en el sentido de que se refieren a clases de objetos (p. ej.: lluvia), como en el de que están o tienden a ser incorporados en síntesis conceptuales llamadas teorías. El análisis, tanto de los problemas como de las cosas, no es tanto un objetivo como una herramienta para construir síntesis teóricas. La ciencia auténtica no es atomista ni totalista, sino sistémica.

La investigación comienza descomponiendo sus objetos a fin de descubrir el "mecanismo" interno responsable de los fenómenos observados. Pero el desmontaje del "mecanismo" no se detiene cuando se ha investigado la naturaleza de sus partes; el próximo paso es el examen de la interdependencia de las partes, y la etapa final es la tentativa de reconstruir el todo en términos de sus partes interconectadas. El análisis no acarrea el descuido de la totalidad; lejos de disolver la integración, el análisis es la única manera conocida de descubrir cómo emergen, subsisten y se desintegran los todos. La ciencia no ignora la síntesis; lo que sí rechaza es la pretensión irracionalista de que las síntesis pueden ser aprehendidas por una intuición especial, sin previo análisis.

4) *La investigación científica es especializada*: una consecuencia del enfoque analítico de los problemas es la especialización. No obstante la unidad del método científico, su aplicación depende, en gran medida, del asunto; esto explica la

multiplicidad de técnicas y la relativa independencia de los diversos sectores de la ciencia.

Sin embargo, es menester no exagerar la diversidad de las ciencias al punto de borrar su unidad metodológica. El viejo dualismo materia/espíritu había sugerido la división de las ciencias en *Naturwissenschaften*, o ciencias de la naturaleza, y *Geisteswissenschaften*, o ciencias del espíritu. Pero estos géneros difieren en cuanto al asunto, a las técnicas y al grado de desarrollo, no así en lo que respecta al objetivo, método y alcance. Además, la división en cuestión es inválida porque hay ciencias híbridas, es decir, socionaturales, tales como la psicología, la antropología, la lingüística y la demografía.

El dualismo razón/experiencia había sugerido, a su vez, la división de las ciencias fácticas en racionales y empíricas, que tampoco es adecuada porque todas son a la vez racionales y empíricas. Menos sostenible aún es la dicotomía ciencias deductivas/ciencias inductivas, ya que toda empresa científica —sin excluir el dominio de las ciencias formales— es tan inductiva como deductiva, sin hablar de otros tipos de inferencia, por ejemplo la analógica.

La especialización no ha impedido la formación de campos interdisciplinarios, tales como la biofísica, la bioquímica, la psicofisiología, la psicología social, la teoría de la información, la cibernética o la investigación operacional. Con todo, la especialización tiende a estrechar la visión del científico individual. Un único remedio ha resulta-

do eficaz contra la unilateralidad profesional, y es una dosis de filosofía.

5) *El conocimiento científico es claro y preciso:* sus problemas son distintos, sus resultados son claros. El conocimiento ordinario, en cambio, usualmente es vago e inexacto; en la vida diaria nos preocupamos poco por dar definiciones precisas, descripciones exactas o mediciones afinadas: si éstas nos preocuparan demasiado, no lograríamos marchar al paso de la vida. La ciencia torna preciso lo que el sentido común conoce de manera nebulosa; pero, desde luego, la ciencia es mucho más que sentido común organizado: aunque proviene del sentido común, la ciencia constituye una rebelión contra su vaguedad y superficialidad. El conocimiento científico procura la precisión; nunca está enteramente libre de vaguedades, pero se las ingenia para mejorar la exactitud; nunca está del todo libre de error, pero posee una técnica única para encontrar errores y para sacar provecho de ellos.

La claridad y la precisión en ciencia se obtienen de las siguientes maneras:

a) los problemas se formulan de manera clara; lo primero, y a menudo lo más difícil, es distinguir cuáles son los problemas; ni hay artillería analítica o experimental que pueda ser eficaz si no se ubica adecuadamente al enemigo;

b) la ciencia parte de nociones que parecen claras al no iniciado; y las complica, purifica y eventualmente las rechaza; la transformación progresiva de las nociones corrientes se efectúa incluyéndolas en esquemas teóricos. Así, por ejemplo,

"distancia" adquiere un sentido preciso al ser incluida en la geometría métrica y en la física;

c) la ciencia define la mayoría de sus conceptos: algunos de ellos se definen en términos de conceptos no definidos o primitivos; otros, de manera implícita, esto es, por la función que desempeñan en un sistema teórico (definición contextual). Las definiciones son convencionales, pero no se las elige caprichosamente: deben ser convenientes y fértiles. (¿De qué vale, por ejemplo, poner un nombre especial a las muchachas pecosas que estudian ingeniería y pesan más de 50 kg?) Una vez que se ha elegido una definición, el discurso restante debe guardarle fidelidad si se quiere evitar inconsecuencias;

d) la ciencia crea lenguajes artificiales inventando símbolos (palabras, signos matemáticos, símbolos químicos, etc.); a estos signos se les atribuye significados determinados por medio de reglas de designación (tal como "en el presente contexto «H» designa el elemento de peso atómico unitario"). Los símbolos básicos serán tan simples como sea posible, pero podrán combinarse conforme a reglas determinadas para formar configuraciones tan complejas como sea necesario (las leyes de combinación de los signos que intervienen en la producción de expresiones complejas se llaman *reglas de formación*);

e) la ciencia procura siempre medir y registrar los fenómenos. Los números y las formas geométricas son de gran importancia en el registro, la descripción y la inteligencia de los sucesos

y procesos. En lo posible, tales datos debieran disponerse en tablas o resumirse en fórmulas matemáticas. Sin embargo, la formulación matemática, deseable como es, no es una condición indispensable para que el conocimiento sea científico; lo que caracteriza el conocimiento científico es la exactitud en un sentido general antes que la exactitud numérica o métrica, la que es inútil si media la vaguedad conceptual o la inadecuación a la realidad. Más aún, la investigación científica emplea, en medida creciente, capítulos no numéricos y no métricos de la matemática, tales como la topología, la teoría de los grupos o el álgebra de las clases, que no son ciencias del número y de la figura, sino de la relación.

6) *El conocimiento científico es comunicable*: no es inefable sino expresable, no es privado sino público. El lenguaje científico comunica información a quienquiera haya sido adiestrado para entenderlo. Hay, ciertamente, sentimientos oscuros y nociones difusas, incluso en el desarrollo de la ciencia (aunque no en la presentación final del trabajo científico); pero es preciso aclararlos antes de poder estimar su adecuación. Lo que es inefable puede ser propio de la poesía o de la música, no de la ciencia, cuyo lenguaje es informativo y no expresivo o imperativo. La inefabilidad misma es, en cambio, tema de investigación científica, sea psicológica o lingüística.

La comunicabilidad es posible gracias a la precisión; y es a su vez una condición necesaria para la verificación de los datos empíricos y de las

hipótesis científicas. Aun cuando, por motivos comerciales o políticos, se mantengan en secreto durante un tiempo algunos trozos del saber, deben ser comunicables en principio para que puedan ser considerados científicos. La comunicación de los resultados y de las técnicas de la ciencia no sólo perfecciona la educación general sino que multiplica las posibilidades de su confirmación o refutación. La verificación independiente ofrece las máximas garantías técnicas y morales, y ahora es posible, en muchos campos, en escala internacional. Por esto, los científicos consideran el secreto en materia científica como enemigo del progreso de la ciencia; la política del secreto científico es, en efecto, el más eficaz originador del estancamiento en la cultura, en la tecnología y en la economía, así como una fuente de corrupción moral.

7) *El conocimiento científico es verificable:* debe aprobar el examen de la experiencia. A fin de explicar un conjunto de fenómenos, el científico inventa conjeturas fundadas de alguna manera en el saber adquirido. Sus suposiciones pueden ser cautas o audaces, simples o complejas; en todo caso, deben ser puestas a prueba. El *test* de las hipótesis fácticas es empírico, esto es, observacional o experimental. El haberse dado cuenta de esta verdad hoy tan trillada es la contribución inmortal de la ciencia helenística. En este sentido, las ideas científicas (incluidos los enunciados de leyes) no son superiores a las herramientas o a los vestidos: si fracasan en la práctica, fracasan por entero.

La experimentación puede calar más profundamente que la observación, porque efectúa cambios en lugar de limitarse a registrar variaciones: aísla y controla las variables sensibles o pertinentes. Sin embargo, los resultados experimentales son pocas veces interpretables de una sola manera. Más aún, no todas las ciencias pueden experimentar; y en ciertos capítulos de la astronomía y de la economía se alcanza una gran exactitud sin ayuda del experimento. La ciencia fáctica es por esto *empírica* en el sentido de que la comprobación de sus hipótesis involucra la experiencia; pero no es necesariamente *experimental* y, en particular, no es agotada por las ciencias de laboratorio, tales como la física.

La prescripción de que las hipótesis científicas deben ser capaces de aprobar el examen de la experiencia es una de las reglas del método científico; la aplicación de esta regla depende del tipo de objeto, del tipo de la hipótesis en cuestión y de los medios disponibles. Por esto, se necesita una multitud de técnicas de verificación empírica. La verificación de la fórmula de un compuesto químico se hace de una manera muy diferente de la verificación de un cálculo astronómico o de una hipótesis concerniente al pasado de las rocas o de los hombres. Las técnicas de verificación evolucionan en el curso del tiempo; sin embargo, siempre consisten en poner a prueba consecuencias particulares de hipótesis generales (entre ellas, enunciados de leyes). Siempre se reducen a mostrar que hay, o que no hay, algún fundamento para creer que las

suposiciones en cuestión corresponden a los hechos observados o a los valores medidos.

La verificabilidad hace a la esencia del conocimiento científico; si así no fuera, no podría decirse que los científicos procuran alcanzar conocimiento objetivo.

8) *La investigación científica es metódica*: no es errática sino planeada. Los investigadores no tantean en la oscuridad: saben lo que buscan y cómo encontrarlo. El planeamiento de la investigación no excluye el azar; sólo que, al hacer un lugar a los acontecimientos imprevistos, es posible aprovechar la interferencia del azar y la novedad inesperada. Más aún, a veces el investigador produce el azar deliberadamente. Por ejemplo, para asegurar la uniformidad de una muestra, y para impedir una preferencia inconsciente en la elección de sus miembros, a menudo se emplea la técnica de la casualización, en que la decisión acerca de los individuos que han de formar parte de ciertos grupos se deja librada a una moneda o a algún otro dispositivo. De esta manera, el investigador pone el azar al servicio del orden; en lo cual no hay paradoja, porque el acaso opera al nivel de los individuos, al par que el orden opera en el grupo como totalidad.

Todo trabajo de investigación se funda sobre el conocimiento anterior, y en particular sobre las conjeturas mejor confirmadas. (Uno de los muchos problemas de la metodología es, precisamente, averiguar cuáles son los criterios para decidir si una hipótesis dada puede considerarse razonable-

mente confirmada, esto es, si el peso que le acuerdan los fundamentos inductivos y de otro orden basta para conservarla). Más aún, la investigación procede conforme a reglas y técnicas que han resultado eficaces en el pasado, pero que son perfeccionadas continuamente, no sólo a la luz de nuevas experiencias, sino también de resultas del examen matemático y filosófico. Una de las reglas de procedimiento de la ciencia fáctica es la siguiente: las variables pertinentes (o que se sospecha que son sensibles) debieran variarse una por vez.

La ciencia fáctica emplea el método experimental concebido en un sentido amplio. Este método consiste en el *test* empírico de conclusiones particulares extraídas de hipótesis generales (tales como "Los gases se dilatan cuando se los calienta" o "Los hombres se rebelan cuando se los oprime"). Este tipo de verificación requiere la manipulación, la observación y el registro de fenómenos; requiere también el control de las variables o factores pertinentes; siempre que sea posible debiera incluir la producción artificial deliberada de los fenómenos en cuestión, y en todos los casos exige el análisis de los datos obtenidos en el curso de los procedimientos empíricos. Los datos aislados y crudos son inútiles y no son dignos de confianza; es preciso elaborarlos, organizarlos y confrontarlos con las conclusiones teóricas.

El método científico no provee recetas infalibles para encontrar la verdad: sólo contiene un conjunto de prescripciones falibles (y perfectibles) para el planeamiento de observaciones y experi-

mentos, para la interpretación de sus resultados, y para el planteo mismo de los problemas. Es, en suma, la manera en que la ciencia explora lo desconocido. Subordinadas a las reglas generales del método científico, y al mismo tiempo en apoyo de ellas, encontramos las diversas técnicas que se emplean en las ciencias especiales: las técnicas para pesar, para observar por el microscopio, para analizar compuestos químicos, para dibujar gráficos que resumen datos empíricos, para reunir informaciones acerca de costumbres, etc. La ciencia es, pues, esclava de sus propios métodos y técnicas mientras éstos tienen éxito; pero es libre de multiplicar y de modificar en todo momento sus reglas, en aras de una mayor racionalidad y objetividad.

9) *El conocimiento científico es sistemático*: una ciencia no es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí. Todo sistema de ideas, caracterizado por cierto conjunto básico (pero refutable) de hipótesis peculiares, y que procura adecuarse a una clase de hechos, es una teoría. Todo capítulo de una ciencia especial contiene teorías o sistemas de ideas que están relacionadas lógicamente entre sí, esto es, que están ordenadas mediante la relación "implica". (Ejemplo: "Si aumenta la desocupación aumenta el delito".) Esta conexión entre las ideas puede calificarse de orgánica, en el sentido de que la sustitución de cualquiera de las hipótesis básicas produce un cambio radical en la teoría o grupo de teorías.

El fundamento de una teoría dada no es un conjunto de hechos, sino, más bien, un conjunto de principios o hipótesis de cierto grado de generalidad (y, por consiguiente, de cierta fertilidad lógica). Las conclusiones (o teoremas) pueden extraerse de los principios, sea en la forma natural o con ayuda de técnicas especiales que involucran operaciones matemáticas.

El carácter matemático del conocimiento científico —esto es, el hecho de que es fundado, ordenado y coherente— es lo que lo hace racional. La racionalidad permite que el progreso científico se efectúe no sólo por la acumulación gradual de resultados, sino también por revoluciones. Las revoluciones científicas no son descubrimientos de nuevos hechos aislados, ni son perfeccionamientos en la exactitud de las observaciones, sino que consisten en la sustitución de hipótesis de gran alcance (principios) por nuevos axiomas, y en el reemplazo de teorías enteras por otros sistemas teóricos. Sin embargo, semejantes revoluciones son a menudo provocadas por el descubrimiento de nuevos hechos de los que no dan cuenta las teorías anteriores, aunque a veces se encuentran en el proceso de comprobación de dichas teorías; y las nuevas teorías se tornan verificables en muchos casos, merced a la invención de nuevas técnicas de medición de mayor precisión.

10) *El conocimiento científico es general*: ubica los hechos singulares en pautas generales, los enunciados particulares en esquemas amplios. El científico se ocupa del hecho singular en la medi-

da en que éste es miembro de una clase o caso de una ley; más aún, presupone que todo hecho es clasificable y legal. No es que la ciencia ignore la cosa individual o el hecho irrepetible; lo que ignora es el hecho aislado. Por esto la ciencia no se sirve de los datos empíricos —que siempre son singulares— como tales; éstos son mudos mientras no se los manipula y convierte en piezas de sistemas teóricos.

En efecto, uno de los principios ontológicos que subyacen a la investigación científica es que la variedad y aun la unicidad en algunos respectos son compatibles con la uniformidad y la generalidad en otros respectos. Al químico no le interesa ésta o aquella hoguera, sino el proceso de la combustión en general; trata de descubrir lo que comparten todos los singulares. El científico intenta exponer los universales que se esconden en el seno de los propios singulares; es decir, no considera los universales *ante rem* ni *post rem* sino *in re*, en la cosa, y no antes o después de ella. Los escolásticos medievales clasificarían al científico moderno como realista inmanentista porque, al descartar los detalles, al procurar descubrir los rasgos comunes a individuos que son únicos en otros respectos, al buscar las variables pertinentes (en particular las cualidades esenciales) y las relaciones constantes entre ellas (las leyes), el científico intenta exponer la naturaleza esencial de las cosas naturales y humanas.

El lenguaje científico no contiene solamente términos que designan hechos singulares y expe-

riencias individuales, sino también términos generales que se refieren a clases de hechos. La generalidad del lenguaje de la ciencia no tiene, sin embargo, el propósito de alejar a la ciencia de la realidad concreta: por el contrario, la generalización es el único medio que se conoce para adentrarse en lo concreto, para apresar la esencia de las cosas (sus cualidades y leyes esenciales). Con esto, el científico evita en cierta medida las confusiones y los engaños provocados por el flujo deslumbrador de los fenómenos. Tampoco se asfixia la utilidad en la generalidad: por el contrario, los esquemas generales de la ciencia encuadran una cantidad ilimitada de casos específicos, proveen leyes de amplio alcance que incluyen y corrigen todas las recetas válidas del sentido común y de la técnica precientífica.

11) *El conocimiento científico es legal*: busca leyes (de la naturaleza y de la sociedad) y las aplica. El conocimiento científico inserta los hechos singulares en pautas generales llamadas "leyes naturales" o "leyes sociales". Tras el desorden y la fluidez de las apariencias, la ciencia fáctica descubre las pautas regulares de la estructura y del proceso del ser y del devenir. En la medida en que la ciencia es legal, es esencialista: intenta llegar a la raíz de las cosas. Encuentra la esencia en variables pertinentes y en las relaciones invariantes entre ellas.

Hay leyes de hechos y leyes mediante las cuales se pueden explicar otras leyes. El principio de Arquímedes pertenece a la primera clase; pero a su vez puede deducirse de los principios generales

de la mecánica; por consiguiente, ha dejado de ser un principio independiente, y ahora es un teorema deducible de hipótesis de nivel más elevado. Las leyes de la física proveen la base de las leyes de las combinaciones químicas; las leyes de la fisiología explican ciertos fenómenos psíquicos; y las leyes de la psicología y de la sociología pertenecen a los fundamentos de la economía. Es decir, los enunciados de las leyes se organizan en una estructura de niveles.

Ciertamente, los enunciados de las leyes son transitorios; pero ¿son inmutables las leyes mismas? Si se consideran las leyes como las pautas mismas del ser y del devenir, entonces debieran cambiar junto con las cosas mismas; por lo menos, debe admitirse que, al emerger nuevos niveles, sus cualidades peculiares se relacionan entre sí mediante nuevas leyes. Por ejemplo, las leyes de la economía han emergido en el curso de la historia sobre la base de otras leyes (biológicas y psicológicas) y, más aún, algunas de ellas cambian con el tipo de organización social.

Por supuesto, no todos los hechos singulares conocidos han sido ya convertidos en casos particulares de leyes generales; en particular, los sucesos y procesos de los niveles superiores han sido legalizados sólo en pequeña medida. Pero esto se debe en parte al antiguo prejuicio de que lo humano no es legal, así como a la antigua creencia pitagórica de que solamente las relaciones numéricas merecen llamarse "leyes científicas". Debiera emplearse el *stock* íntegro de las herramientas con-

ceptuales en la búsqueda de las leyes de la mente y de la cultura; más aún, acaso el *stock* de que se dispone es insuficiente y sea preciso inventar herramientas radicalmente nuevas para tratar los fenómenos mentales y culturales, tal como el nacimiento de la mecánica moderna hubiera sido imposible sin la invención expresa del cálculo infinitesimal.

Pero el ulterior avance en el progreso de la legalización de los fenómenos no físicos requiere, por sobre todo, una nueva actitud frente al concepto mismo de ley científica. En primer lugar, es preciso comprender que hay muchos tipos de leyes (aun dentro de una misma ciencia), ninguno de los cuales es necesariamente mejor que los tipos restantes. En segundo lugar, debiera tornarse un lugar común entre los científicos de la cultura el que las leyes no se encuentran por mera observación y el simple registro, sino poniendo a prueba hipótesis: los enunciados de leyes no son, en efecto, sino hipótesis confirmadas. Y ¿cómo habríamos de emprender la confección de hipótesis científicas si no presumiéramos que todo hecho singular es legal?

12) *La ciencia es explicativa:* intenta explicar los hechos en términos de leyes, y las leyes en términos de principios. Los científicos no se conforman con descripciones detalladas; además de inquirir cómo son las cosas, procuran responder a porqués: por qué ocurren los hechos como ocurren y no de otra manera. La ciencia deduce proposiciones relativas a hechos singulares a partir de leyes generales, y deduce las leyes a partir de enuncia-

dos nomológicos aun más generales (principios). Por ejemplo, las leyes de Kepler explicaban una colección de hechos observados del movimiento planetario; y Newton explicó esas leyes deduciéndolas de principios generales, explicación que permitió a otros astrónomos dar cuenta de las irregularidades de las órbitas de los planetas, que eran desconocidas para Kepler.

Solía creerse que explicar es señalar la causa, pero en la actualidad se reconoce que la explicación causal no es sino un tipo de explicación científica. La explicación científica se efectúa siempre en términos de leyes, y las leyes causales no son sino una subclase de las leyes científicas. Hay diversos tipos de leyes científicas y, por consiguiente, hay una variedad de tipos de explicaciones científicas: morfológicas, cinemáticas, dinámicas, de composición, de conservación, de asociación, etcétera.

La historia de la ciencia enseña que las explicaciones científicas se corrigen o descartan sin cesar. ¿Significa esto que son todas falsas? En la ciencia fáctica, la verdad y el error no son del todo ajenos entre sí: hay verdades parciales y errores parciales; hay aproximaciones buenas y otras malas. La ciencia no obra como Penélope, sino que emplea la tela tejida ayer. Las explicaciones científicas no son finales pero son perfectibles.

13) *El conocimiento científico es predictivo*: trasciende la masa de los hechos de experiencia, imaginando cómo puede haber sido el pasado y cómo podrá ser el futuro. La predicción es, en pri-

mer lugar, una manera eficaz de poner a prueba las hipótesis; pero también es la clave del control o aun de la modificación del curso de los acontecimientos. La predicción científica, en contraste con la profecía, se funda sobre leyes y sobre informaciones específicas fidedignas, relativas al estado de cosas actual o pasado. No es del tipo "Ocurrirá e", sino más bien de este otro: "Ocurrirá e (de la clase E) siempre que suceda c (de la clase C), pues todo hecho de clase C es acompañado o seguido de un hecho de clase E".

La predicción científica se caracteriza por su perfectibilidad antes que por su certeza. Más aún, las predicciones que se hacen con la ayuda de reglas empíricas son a veces más exactas que las predicciones penosamente elaboradas con herramientas científicas (leyes, informaciones específicas y deducciones); tal es el caso, con frecuencia, de los pronósticos meteorológicos, de la prognosis médica y de la profecía política. Pero, en tanto que la profecía no es perfectible y no puede usarse para poner a prueba hipótesis, la predicción es perfectible y, si falla, nos obliga a corregir nuestras suposiciones, alcanzando así una inteligencia más profunda. Por esto la profecía exitosa no es un aporte al conocimiento teórico, en tanto que la predicción científica fallida puede contribuir a él.

Puesto que la predicción científica depende de leyes y de ítems de información específica, puede fracasar por inexactitud de los enunciados de las leyes o por imprecisión de la información disponi-

ble. (También puede fallar, por supuesto, debido a errores cometidos en el proceso de inferencia lógica o matemática que conduce de las premisas [leyes e informaciones] a la conclusión [enunciado predictivo]). Una fuente importante de fallas en la predicción es el conjunto de suposiciones acerca de la naturaleza del objeto (sistema físico, organismo vivo, grupo social, etc.) cuyo comportamiento ha de predecirse. Por ejemplo, puede ocurrir que creamos que el sistema en cuestión está suficientemente aislado de las perturbaciones exteriores, cuando en rigor éstas cuentan a la larga; dado que la aislación es una condición necesaria de la descripción del sistema con ayuda de un puñado de enunciados de leyes, no debiera sorprender que sea tan difícil predecir el comportamiento de sistemas abiertos tales como el océano, la atmósfera, el ser vivo o la economía.

Puesto que la predicción científica se funda en leyes científicas, hay tantas clases de predicciones como clases de enunciados nomológicos. Algunas leyes nos permiten predecir resultados individuales, aunque no sin error si la predicción se refiere al valor de una cantidad. Otras leyes, incapaces de decirnos nada acerca del comportamiento de los individuos (átomos, personas, etc.) son en cambio la base para la predicción de algunas tendencias globales y propiedades colectivas de colecciones numerosas de elementos similares: son las leyes estadísticas. Las leyes sociales son de este tipo; por esto es casi imposible la predicción de los sucesos individuales en el campo de la historia,

pudiendo preverse solamente el curso general de los acontecimientos.

14) *La ciencia es abierta*: no reconoce barreras *a priori* que limiten el conocimiento. Si un conocimiento fáctico no es refutable en principio, entonces no pertenece a la ciencia sino a algún otro campo. Las nociones acerca de nuestro medio natural o social, o acerca del yo, no son finales: están todas en movimiento, todas son falibles. Siempre es concebible que pueda surgir una nueva situación (nuevas informaciones o nuevos trabajos teóricos) en que nuestras ideas, por firmemente establecidas que parezcan, resulten inadecuadas en algún sentido. La ciencia carece de axiomas evidentes; incluso los principios más generales y seguros son postulados que pueden ser corregidos o reemplazados. A consecuencia del carácter hipotético de los enunciados de leyes y de la naturaleza perfectible de los datos empíricos, la ciencia no es un sistema dogmático y cerrado sino controvertido y abierto. O, más bien, la ciencia es abierta como sistema porque es falible y por consiguiente capaz de progresar. En cambio, puede argüirse que la ciencia es metodológicamente cerrada, no en el sentido de que las reglas del método científico sean finales, sino en el sentido de que es autocorrectiva: el requisito de la verificabilidad de las hipótesis científicas basta para asegurar el progreso científico.

Tan pronto como ha sido establecida una teoría científica, corre el peligro de ser refutada o, al menos, de que se circunscriba su dominio. Un sis-

tema cerrado de conocimiento fáctico, que excluya toda ulterior investigación, puede llamarse sabiduría pero es en rigor un detritus de la ciencia. El sabio moderno, a diferencia del antiguo, no es tanto un acumulador de conocimientos como un generador de problemas. Por consiguiente, prefiere los últimos números de las revistas especializadas a los manuales, aun cuando estos últimos sean depósitos de verdad más vastos y fidedignos que aquéllas. El investigador moderno ama la verdad pero no se interesa por las teorías irrefutables. Una teoría puede haber permanecido intocada no tanto por su alto contenido de verdad cuanto porque nadie la ha usado. No se necesita emprender una investigación empírica para probar la tautología de que ni siquiera los científicos están casados con solteronas.

Los modernos sistemas de conocimiento científico son como organismos en crecimiento: mientras están vivos cambian sin pausa. Ésta es una de las razones por las cuales la ciencia es éticamente valiosa: porque nos recuerda que la corrección de errores es tan valiosa como el no cometerlos, y que probar cosas nuevas e inciertas es preferible a rendir culto a las viejas y garantidas. La ciencia, como los organismos, cambia a la vez internamente y debido a sus contactos con sus vecinos; esto es, resolviendo sus problemas específicos y siendo útil en otros campos.

15) *La ciencia es útil*: porque busca la verdad, la ciencia es eficaz en la provisión de herramientas para el bien y para el mal. El conocimiento

ordinario se ocupa usualmente de lograr resultados capaces de ser aplicados en forma inmediata; con ello no es suficientemente verdadero, con lo cual no puede ser suficientemente eficaz. Cuando se dispone de un conocimiento adecuado de las cosas es posible manipularlas con éxito. La utilidad de la ciencia es una consecuencia de su objetividad: sin proponerse necesariamente alcanzar resultados aplicables, la investigación los provee a la corta o a la larga. La sociedad moderna paga la investigación porque ha aprendido que la investigación rinde. Por este motivo, es redundante exhortar a los científicos a que produzcan conocimientos aplicables: no pueden dejar de hacerlo. Es cosa de los técnicos emplear el conocimiento científico con fines prácticos, y los políticos y empresarios son los responsables de que la ciencia y la tecnología se empleen en beneficio de la humanidad. Los científicos pueden a lo sumo, aconsejar acerca de cómo puede hacerse uso racional, eficaz y bueno de la ciencia.

La técnica precientífica era primordialmente una colección de recetas pragmáticas no entendidas, muchas de las cuales desempeñaban la función de ritos mágicos. La técnica moderna es, en medida creciente —aunque no exclusivamente—, ciencia aplicada. La ingeniería es física y química aplicadas, la medicina es biología aplicada, la psiquiatría es psicología y neurología aplicadas; y debiera llegar el día en que la política se convierta en sociología y economía aplicadas.

Pero la tecnología es más que ciencia aplicada: en primer lugar, porque tiene sus propios procedimientos de investigación, adaptados a circunstancias concretas que distan de los casos puros que estudia la ciencia. En segundo lugar, porque toda rama de la tecnología contiene un cúmulo de reglas empíricas descubiertas antes que los principios científicos en los que —si dichas reglas se confirman— terminan por ser absorbidas. La tecnología no es meramente el resultado de aplicar el conocimiento científico existente a los problemas prácticos: la tecnología viva es, esencialmente, el enfoque científico de problemas prácticos, es decir, el tratamiento de estos problemas sobre un fondo de conocimiento científico y con ayuda del método científico. Por esto la tecnología, sea de las cosas o de los hombres, es fuente de conocimientos nuevos.

La conexión de la ciencia con la tecnología no es, por consiguiente, asimétrica. Todo avance tecnológico plantea problemas científicos cuya solución puede consistir en la invención de nuevas teorías o de nuevas técnicas de investigación que conduzcan a un conocimiento más adecuado y a un mejor dominio del asunto. La ciencia y la tecnología constituyen un ciclo de sistemas interactuantes que se alimentan el uno al otro. El científico torna inteligible lo que hace el técnico y éste provee a la ciencia de instrumentos y de comprobaciones; y, lo que es igualmente importante, el técnico no cesa de formular preguntas al científico, añadiendo así un motor externo al motor inter-

no del progreso científico. La continuación de la vida sobre la Tierra depende del ciclo del carbono: los animales se alimentan de plantas, las que a su vez obtienen su carbono de lo que exhalan los animales. Análogamente, la continuación de la civilización moderna depende, en gran medida, del ciclo del conocimiento: la tecnología moderna come ciencia, y la ciencia moderna depende a su vez del equipo y del estímulo que le provee una industria altamente tecnificada.

Pero la ciencia es útil en más de una manera. Además de constituir el fundamento de la tecnología, la ciencia es útil en la medida en que se la emplea en la edificación de concepciones del mundo que concuerdan con los hechos, y en la medida en que crea el hábito de adoptar una actitud de libre y valiente examen, en que acostumbra a la gente a poner a prueba sus afirmaciones y a argumentar correctamente. No menor es la utilidad que presta la ciencia como fuente de apasionantes rompecabezas filosóficos, y como modelo de la investigación filosófica.

En resumen, la ciencia es valiosa como herramienta para domar la naturaleza y remodelar a la sociedad; es valiosa en sí misma, como clave para la inteligencia del mundo y del yo; y es eficaz en el enriquecimiento, la disciplina y la liberación de nuestra mente.

¿Cuál es el método de la ciencia?

The lame in the path outstrips the swift
who wander from it.

F. Bacon.

1. La ciencia, conocimiento verificable

En su deliciosa biografía del Dante (c. 1360), Boccaccio[1] expuso su opinión —que no viene al caso— acerca del origen de la palabra "poesía", concluyendo con este comentario: "otros lo atribuyen a razones diferentes, acaso aceptables; pero ésta me *gusta más*". El novelista aplicaba, al *conocimiento* acerca de la poesía y de su nombre, el mismo criterio que podría usarse para apreciar la poesía misma: el gusto. Confundía así valores situados en niveles diferentes: el estético, perteneciente a la esfera de la sensibilidad, y el gnoseológico, que no obstante estar enraizado en la sensibilidad está enriquecido con una cualidad emergente: la razón.

Semejante confusión no es exclusiva de poetas; incluso Hume, en una obra célebre por su crítica mortífera de varios dogmas tradicionales, escogió el gusto como criterio de verdad. En su *Treatise of Human Nature*[2] (1739) puede leerse: "¡No es sólo en poesía y en música que *debemos se-*

---

[1] G. Boccaccio, *Vita di Dante*, en *Il comento alla Divina Commedia e gli altri scritti intorno a Dante* (Bari, Laterza, 1918), I, p. 37. Subrayado mío.

[2] D. Hume, *A Treatise of Human Nature* (London, Everyman, 1911), I, p. 105. Subrayado mío.

guir nuestro gusto, sino también en la filosofía [que en aquella época incluía habitualmente la ciencia]. Cuando estoy convencido de algún principio, no es sino una idea que me golpea [*strikes*] con mayor fuerza. Cuando prefiero un conjunto de argumentos por sobre otros, no hago sino decidir, sobre la base de mi sentimiento, acerca de la superioridad de su influencia". El subjetivismo era así la playa en que desembarcaba la teoría psicologista de las "ideas" inaugurada por el empirismo de Locke.

El recurso al gusto no era, por supuesto, peor que el argumento de autoridad, criterio de verdad que ha mantenido enjaulado el pensamiento durante tanto tiempo y con tanta eficacia. Desgraciadamente, la mayoría de la gente, y hasta la mayoría de los filósofos, aún creen —u obran como si creyeran— que la manera correcta de decidir el valor de verdad de un enunciado es someterlo a la prueba de algún texto: es decir, verificar si es compatible con (o deducible de) frases más o menos célebres tenidas por verdades eternas, o sea, principios infalibles de alguna escuela de pensamiento. En efecto, son demasiados los argumentos filosóficos que se ajustan al siguiente molde: "X está equivocado, porque lo que dice contradice lo que escribió el Maestro Y", o bien "El X-ismo es falso, porque sus tesis son incompatibles con las proposiciones fundamentales del Y-ismo". Los dogmáticos —antiguos y modernos, fuera y dentro de la profesión científica, maliciosos o no— obran de esta manera aun cuando no desean convalidar

creencias que simplemente no pueden ser comprobadas, sea empíricamente, sea racionalmente. Porque "dogma" es, por definición, toda opinión no confirmada de la que no se exige verificación porque se la supone verdadera y, más aún, se la supone fuente de verdades ordinarias.

Otro criterio de verdad igualmente difundido ha sido la evidencia. Según esta opinión, verdadero es aquello que parece aceptable a primera vista, sin examen ulterior: aquello, en suma, que se intuye. Así, Aristóteles[3] afirmaba que la intuición "aprehende las premisas primarias" de todo discurso y es por ello "la fuente que origina el conocimiento científico". No sólo Bergson, Husserl y muchos otros intuicionistas e irracionalistas han compartido la opinión de que las esencias pueden captarse sin más: también el racionalismo ingenuo, tal como el que sostenía Descartes, afirma que hay principios evidentes que, lejos de tener que someterse a prueba alguna, son la piedra de toque de toda otra proposición, sea formal o fáctica.

Finalmente, otros han favorecido las "verdades vitales" (o las "mentiras vitales"), esto es, las afirmaciones que se creen o no por conveniencia, independientemente de su fundamento racional y/o empírico. Es el caso de Nietzsche y los pragmatistas posteriores, todos los cuales han exagerado el indudable valor instrumental del conocimiento fáctico, al punto de afirmar que "la posesión de la verdad, lejos de ser [...] un fin en sí, es sólo un medio

[3] Aristóteles, *Analíticos Posteriores*, Libro II, cap. XIX, 110 b.

preliminar para alcanzar otras satisfacciones vitales",[4] de donde "verdadero" es sinónimo de "útil".

Pregúntese a un científico si cree que tiene derecho a suscribir una afirmación en el campo de la ciencia tan sólo porque le guste, o porque la considere un dogma inexpugnable, o porque a él le parezca evidente, o porque la encuentre conveniente. Probablemente conteste más o menos así: ninguno de esos presuntos criterios de verdad garantiza la *objetividad*, y el conocimiento objetivo es la finalidad de la investigación científica. Lo que se acepta sólo por gusto, o por autoridad, o por parecer evidente (habitual), o por conveniencia, no es sino creencia u opinión, pero no es conocimiento científico. El conocimiento científico es a veces desagradable, a menudo contradice a los clásicos (sobre todo si es nuevo), en ocasiones tortura al sentido común y humilla a la intuición: por último, puede ser conveniente para algunos y no para otros. En cambio, aquello que caracteriza al conocimiento científico es su *verificabilidad*: siempre es susceptible de ser verificado (confirmado o disconfirmado).

2. *Veracidad y verificabilidad*

Obsérvese que no pretendemos que el conocimiento científico, por contraste con el ordinario, el

---

[4] W. James, *Pragmatism* (Nueva York, Meridian Books, 1935), p. 134.

tecnológico o el filosófico, sea *verdadero*. Ciertamente lo es con frecuencia, y siempre intenta serlo más y más. Pero la veracidad, que es un objetivo, no caracteriza el conocimiento científico de manera tan inequívoca como el modo, medio o método por el cual la investigación científica plantea problemas y pone a prueba las soluciones propuestas.

En ocasiones, puede alcanzarse una verdad con sólo consultar un texto. Los propios científicos recurren a menudo a un argumento de autoridad atenuada: lo hacen siempre que emplean datos (empíricos o formales) obtenidos por otros investigadores —cosa que no pueden dejar de hacer, pues la ciencia moderna es, cada vez más, una empresa social—. Pero, por grande que sea la autoridad que se atribuye a una fuente, jamás se la considera infalible: si se aceptan sus datos, es sólo provisionalmente y porque se presume que han sido obtenidos con procedimientos que concuerdan con el método científico, de manera que son reproducibles por quienquiera que se disponga a aplicar tales procedimientos. En otras palabras: un dato será considerado verdadero hasta cierto punto, siempre que pueda ser confirmado de manera compatible con los cánones del método científico.

En consecuencia, para que un trozo del saber merezca ser llamado "científico", no basta —ni siquiera es necesario— que sea verdadero. Debemos saber, en cambio, *cómo* hemos llegado a saber, o a presumir, que el enunciado en cuestión es verdadero: debemos ser capaces de enumerar las operaciones (empíricas o racionales) por las cuales es

verificable (confirmable o disconfirmable) de una manera objetiva al menos en principio. Ésta no es sino una cuestión de nombres: quienes no deseen que se exija la verificabilidad del conocimiento deben abstenerse de llamar "científicas" a sus propias creencias, aun cuando lleven bonitos nombres compuestos con raíces griegas. Se les invita cortésmente a bautizarlas con nombres más impresionantes, tales como "reveladas", "evidentes", "absolutas", "vitales", "necesarias para la salud del Estado", "indispensables para la victoria del Partido", etcétera.

Ahora bien, para verificar un enunciado —porque las proposiciones, y no los hechos, son verdaderas o falsas y pueden, por consiguiente, ser verificadas— no basta la contemplación y ni siquiera el análisis. Comprobamos nuestras afirmaciones confrontándolas con otros enunciados. El enunciado confirmatorio (o disconfirmatorio), que puede llamarse el *verificans*, dependerá del conocimiento disponible y de la naturaleza de la proposición dada, la que puede llamarse *verificandum*. Los enunciados confirmatorios serán enunciados referentes a la experiencia si lo que se somete a prueba es una afirmación fáctica, esto es, un enunciado acerca de hechos, sean experimentados o no. Observemos, de pasada, que el científico tiene todo el derecho de especular acerca de hechos inexperienciales, esto es, hechos que en una etapa del desarrollo del conocimiento están más allá del alcance de la experiencia humana; pero entonces está obligado a señalar las experiencias que

permiten inferir tales hechos inobservados o aun inobservables; vale decir, tiene la obligación de anclar sus enunciados fácticos en experiencias conectadas de alguna manera con los hechos transempíricos que supone. Baste recordar la historia de unos pocos inobservables distinguidos: la otra cara de la Luna, las ondas luminosas, los átomos, la conciencia, la lucha de clases y la opinión pública.

En cambio, si lo que se ha verificado no es una proposición referente al mundo exterior, sino un enunciado acerca del comportamiento de signos (tal como, p. ej., '2 + 3 = 5'), entonces los enunciados confirmatorios serán definiciones, axiomas y reglas que se adoptan por una razón cualquiera (p. ej., porque son fecundas en la organización de los conceptos disponibles y en la elaboracion de nuevos conceptos). En efecto, la verificación de afirmaciones pertenecientes al dominio de las formas (lógica y matemática) no requiere otro instrumento material que el cerebro; sólo la verdad fáctica —como en el caso de "la Tierra es redonda"— requiere la observación o el experimento.

Resumiendo: la verificación de enunciados formales sólo incluye operaciones racionales, en tanto que las proposiciones que comunican información acerca de la naturaleza o de la sociedad han de ponerse a prueba por ciertos procedimientos empíricos, tales como el recuento o la medición. Pues, aunque el conocimiento de los hechos no proviene de la experiencia pura —por ser la teoría un componente indispensable de la recolec-

ción de informaciones fácticas— no hay otra manera de verificar nuestras sospechas que recurrir a la experiencia, tanto "pasiva" como activa.

3. Las proposiciones generales verificables: hipótesis científicas

La descripción que antecede satisfará, probablemente, a cualquier científico contemporáneo que reflexione sobre su propia actividad. Pero no resolverá la cuestión para el metacientífico o epistemólogo, para quien los procedimientos, las normas y a veces hasta los resultados de la ciencia son otros tantos problemas. En efecto, el metacientífico no puede dejar de preguntarse cuáles son las afirmaciones verificables, cómo se llega a afirmarlas, cómo se las comprueba y en qué condiciones puede decirse que han sido confirmadas. Tratemos de esbozar una respuesta a estas preguntas.

En primer lugar, si hemos de tratar el problema de la verificación, debemos averiguar *qué* se puede verificar, ya que no toda afirmación —ni siquiera toda afirmación significativa— es verificable. Así, por ejemplo, las definiciones nominales —tales como "América es el continente situado al oeste de Europa"— se aceptan o rechazan sobre la base del gusto, de la conveniencia, etc., pero no pueden verificarse, y ello simplemente porque no son verdaderas ni falsas. Por ejemplo, si convenimos en llamar "norte-sur" a la dirección que normalmente toma la aguja de una brújula, semejan-

te nombre puede gustarnos o no, pero es inverificable: no es sino un nombre, no se funda sobre elemento de prueba alguno, y ninguna operación podría confirmarlo o disconfirmarlo. En cambio, lo que puede confirmarse o disconfirmarse es una afirmación fáctica que contenga a ese término tal como "la 5ª Avenida corre de sur a norte". La verificación de esta afirmación es posible, y puede hacerse con ayuda de una brújula.

No sólo las definiciones nominales, sino también las afirmaciones acerca de fenómenos sobrenaturales son inverificables, puesto que por definición trascienden todo cuanto está a nuestro alcance, y no se las puede poner a prueba con ayuda de la lógica ni de la matemática. Las afirmaciones acerca de la sobrenaturaleza son inverificables no porque no se refieran a hechos —pues a veces pretenden hacerlo—, sino porque no se dispone de *método* alguno mediante el cual se pueda decidir cuál es su valor de verdad. En cambio, muchas de ellas son perfectamente significativas para quien se tome el trabajo de ubicarlas en su contexto sin pretender reducirlas, por ejemplo, a conceptos científicos. La verificación torna más exacto el significado, pero no produce significado alguno. Más bien al contrario, la posesión de un significado determinado es una condición necesaria para que una proposición sea verificable. Pues ¿cómo habríamos de disponernos a comprobar lo que no entendemos?

Ahora bien, los enunciados verificables son de muchas clases. Hay proposiciones singulares, ta-

les como "Este trozo de hierro está caliente"; particulares o existenciales, tales como "Algunos trozos de hierro están calientes"; proposiciones universales, como "Todos los trozos de hierro están calientes" (que es verificablemente falsa). Hay, además, enunciados de leyes, tales como "Todos los metales se dilatan con el calor" (o mejor, "Para todo x, si x es un trozo de metal que se calienta, entonces x se dilata"). Las proposiciones singulares y particulares pueden verificarse a menudo de manera inmediata, con la sola ayuda de los sentidos o, eventualmente, con el auxilio de instrumentos que amplíen su alcance; pero otras veces exigen operaciones complejas que implican enunciados de leyes y cálculos matemáticos, como en el caso de "La distancia media entre la Tierra y el Sol es de unos 1.500 millones de kilómetros".

Cuando un enunciado verificable posee un grado de generalidad suficiente, habitualmente se lo llama *hipótesis* científica. O, lo que es equivalente, cuando una proposición general (particular o universal) puede verificarse sólo de manera *indirecta* —esto es, por el examen de algunas de sus consecuencias— es conveniente llamarla "hipótesis científica". Por ejemplo, "Todos los trozos de hierro se dilatan con el calor", y, *a fortiori*, "Todos los metales se dilatan con el calor", son hipótesis científicas: son puntos de partida de raciocinios y, por ser generales, sólo pueden ser confirmados poniendo a prueba sus consecuencias particulares, esto es, probando enunciados referentes a muestras específicas de metal.

Solía creerse que el discurso científico no incluía elementos hipotéticos sino tan sólo hechos y, sobre todo, lo que en inglés se denomina *hard facts*. Ahora se comprende que el núcleo de toda teoría científica es un conjunto de hipótesis verificables. Las hipótesis científicas son, por una parte, remates de cadenas inferenciales no demostrativas (analógicas o inductivas) más o menos oscuras; por otra parte, son puntos de partida de cadenas deductivas cuyos últimos eslabones —los más próximos a los sentidos, en el caso de la ciencia fáctica— deben pasar la prueba de la experiencia.

Más aún: habitualmente se concuerda en que debiera llamarse "hipótesis" no sólo a las conjeturas de ensayo, sino también a las suposiciones razonablemente confirmadas o establecidas, pues probablemente no hay enunciados fácticos generales perfectos. La experiencia ha sugerido adoptar este sentido de la palabra "hipótesis". Considérese, por ejemplo, la ley de Newton de la gravedad, que ha sido confirmada en *casi* todos los casos con una precisión asombrosa. Tenemos dos razones para llamarla "hipótesis": la primera es que ha pasado la prueba sólo un número finito de veces; la segunda, es que hemos terminado por aprender que incluso ese célebre enunciado de ley es tan sólo una primera aproximación de un enunciado más exacto incluido en la teoría general de la relatividad, que tampoco es probable que sea definitiva.

4. *El método científico,* ¿ars inveniendi?

Hemos convenido en que un enunciado fáctico general susceptible de ser verificado puede llamarse "hipótesis", lo que suena más respetable que corazonada, sospecha, conjetura, suposición o presunción, y es también más adecuado que estos términos, ya que según su etimología "hipótesis" es punto de partida, que ciertamente lo es una vez que se ha dado con ella. Abordemos ahora el segundo problema que nos propusimos, a saber: ¿existe una técnica infalible para inventar hipótesis científicas que sean probablemente verdaderas? En otras palabras: ¿existe un método, en el sentido cartesiano de conjunto de "reglas ciertas y fáciles" que nos conduzca a enunciar verdades fácticas de gran extensión?

Muchos hombres, en el curso de muchos siglos, han creído en la posibilidad de descubrir la técnica del descubrimiento, y de inventar la técnica de la invención. Fue fácil bautizar al niño no nacido, y se lo hizo con el nombre de *ars inveniendi*. Pero semejante arte jamás fue inventado. Lo que es más, podría argüirse que jamás se lo inventará, a menos que se modifique radicalmente la definición de "ciencia"; en efecto, el conocimiento científico, por oposición a la sabiduría revelada, es esencialmente *falible*, esto es, susceptible de ser parcial o aun totalmente refutado. La falibilidad del conocimiento científico, y por consiguiente la imposibilidad de establecer reglas de oro que nos

conduzcan derechamente a verdades finales, no es sino el complemento de aquella verificabilidad que habíamos encontrado en el núcleo de la ciencia.

Vale decir, no hay reglas infalibles que *garanticen* por anticipado el descubrimiento de nuevos hechos y la invención de nuevas teorías, asegurando así la fecundidad de la investigación científica: la certidumbre debe buscarse tan sólo en las ciencias formales. ¿Significa esto que la investigación científica es errática e ilegal, y por consiguiente que los científicos lo esperan todo de la intuición o de la iluminación? Tal es la moraleja que algunos científicos y filósofos eminentes han extraído de la inexistencia de leyes que nos *aseguren* contra la infertilidad y el error. Por ejemplo, Bridgman —el expositor del operacionismo— ha negado la existencia del método científico, sosteniendo que "la ciencia es lo que hacen los científicos, y hay tantos métodos científicos como hombres de ciencia".[5]

Es verdad que en ciencia no hay caminos reales, que la investigación se abre camino en la selva de los hechos, y que los científicos sobresalientes elaboran su propio estilo de pesquisa. Sin embargo, esto no debe hacernos desesperar de la posibilidad de descubrir pautas, normalmente satisfactorias, de *plantear problemas y poner a prueba hipótesis*. Los científicos que van en pos de la verdad no se comportan ni como soldados que

---

[5] P. W, Bridgman, *Reflections of a Physicist* (Nueva York, Philosophical Library, 1955), p. 83.

cumplen obedientemente las reglas de la ordenanza (opiniones de Bacon y Descartes), ni como los caballeros de Mark Twain, que cabalgaban en cualquier dirección para llegar a Tierra Santa (opinión de Bridgman). No hay avenidas hechas en ciencia, pero hay, en cambio, una brújula mediante la cual a menudo es posible estimar si se está sobre una huella promisoria. Esta brújula es el método científico, que no produce automáticamente el saber, pero que nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque sólo sea porque nos indica cómo *no* plantear los problemas y cómo *no* sucumbir al embrujo de nuestros prejuicios predilectos.

La investigación no es errática sino metódica; sólo que no hay una sola manera de sugerir hipótesis, sino muchas maneras: las hipótesis no se nos imponen por la fuerza de los hechos, sino que son *inventadas* para dar cuenta de los hechos. Es verdad que la invención no es ilegal, sino que sigue ciertas pautas; pero éstas son psicológicas antes que lógicas, son peculiares de los diversos tipos intelectuales, y por añadidura las conocemos poco porque apenas se las investiga. Hay, ciertamente, reglas que *facilitan* la invención científica, y en especial la formulación de hipótesis; entre ellas figuran las siguientes: el sistemático reordenamiento de los datos, la supresión imaginaria de factores con el fin de descubrir las variables pertinentes, el obstinado cambio de representación en busca de analogías fructíferas. Sin embargo, las reglas que favorecen o entorpecen el trabajo cien-

tífico no son de oro sino plásticas; más aún, el investigador rara vez tiene conciencia del camino que ha tomado para formular sus hipótesis. Por esto la investigación científica puede planearse a grandes líneas y no en detalle, y aun menos puede ser regimentada.

Algunas hipótesis se formulan por vía inductiva, esto es, como generalizaciones sobre la base de la observación de un puñado de casos particulares. Pero la inducción dista de ser la única o siquiera la principal de las vías que conducen a formular enunciados generales verificables. Otras veces, el científico opera por analogía; por ejemplo, la teoría ondulatoria de la luz le fue sugerida a Huyghens (1690) por una comparación con las olas.[6] En algunos casos el principio heurístico es una analogía matemática; así, por ejemplo, Maxwell (1873) predijo la existencia de ondas electromagnéticas sobre la base de una analogía formal entre sus ecuaciones del campo y la conocida ecuación de las ondas elásticas.[7] Ocasionalmente, el investigador es guiado por consideraciones filosóficas; así fue como procedió Oersted (1820); buscó deliberadamente una conexión entre la electricidad y el magnetismo, obrando sobre la base de la convicción *a priori* de que la estructura de todo cuanto existe es polar, y que todas las

---

[6] C. Huyghens, *Traité de la lumière* (París, Gauthier-Villers, 1920), p. 5.

[7] J. C. Maxwell, *A Treatise of Electricity and Magnetism*, 3ª ed. (Oxford, University Press, 1937), II, pp. 434 y ss.

"fuerzas" de la naturaleza están conectadas orgánicamente entre sí.[8] La convicción filosófica de que la complejidad de la naturaleza es ilimitada llevó a Bohm a especular sobre un nivel subcuántico, fundándose en una analogía con el movimiento browniano clásico.[9] Ni siquiera la fantasía teológica ha dejado de contribuir, aunque por cierto en mínima medida; recuérdese el principio de la mínima acción, de Maupertuis (1747), formulado en la creencia de que el Creador lo había dispuesto todo de la manera más económica posible.

A las hipótesis científicas se llega, en suma, de muchas maneras: hay muchos principios heurísticos, y el único invariante es el requisito de verificabilidad. La inducción, la analogía y la deducción de suposiciones extracientíficas (p. ej., filosóficas) proveen puntos de partida que deben ser elaborados y probados.

5. El método científico, técnica de planteo y comprobación

Los especialistas científicos habitualmente no se interesan por el problema de la génesis de las

---

[8] Véase, p ej., S. F. Mason, *A History of the Sciences* (Londres, Routledge & Kegan Paul, 1953), p. 386.

[9] D. Bohm, "A Proposed Explanation of Quantum Theory in Terms of Hidden Variables at a Sub Quantum Mechanical Level", en Colston Papers (Londres, Butterworths Scientific Publications, 1957), IX, p. 33.

hipótesis científicas; esta cuestión es de competencia de las diversas ciencias de la ciencia. El proceso que conduce a la enunciación de una hipótesis científica puede estudiarse en diversos niveles: el lógico, el psicológico y el sociológico. El lógico se interesará por la inferencia plausible como conexión inversa (no deductiva) entre proposiciones singulares y generales. El psicólogo investigará la etapa de la "iluminación" o relámpago en el proceso de la resolución de los problemas, etapa en que se produce la síntesis de elementos anteriormente inconexos; también se propondrá estudiar fenómenos tales como los estímulos e inhibiciones que caracterizan el trabajo en equipo. El sociólogo inquirirá por qué determinada estructura social favorece ciertas clases de hipótesis mientras desalienta otras.

El metodólogo, en cambio, no se ocupará de la génesis de las hipótesis, sino del *planteo* de los problemas que las hipótesis intentan resolver, y de su *comprobación*. El origen del nexo entre el planteo y la comprobación —esto es, el surgimiento de la hipótesis— lo deja a otros especialistas. El motivo es, nuevamente, una cuestión de nombres: lo que hoy se llama "método científico" no es ya una lista de recetas para dar con las respuestas correctas a las preguntas científicas, sino el conjunto de procedimientos por los cuales a) se plantean los problemas científicos, y b) se ponen a prueba las hipótesis científicas.

El estudio del método científico es, en una palabra, la teoría de la investigación. Esta teoría

es descriptiva en la medida en que descubre pautas en la investigación científica (y aquí interviene la historia de la ciencia, como proveedora de ejemplos). La metodología es normativa en la medida en que muestra cuáles son las reglas de procedimiento que pueden aumentar la probabilidad de que el trabajo sea fecundo. Pero las reglas discernibles en la práctica científica exitosa son perfectibles: no son cánones intocables porque no garantizan la obtención de la verdad; pero, en cambio, facilitan la detección de errores.

Si la hipótesis que ha de ser puesta a prueba se refiere a objetos ideales (números, funciones, figuras, fórmulas lógicas, suposiciones filosóficas, etc.), su verificación consistirá en la prueba de su coherencia —o incoherencia— con enunciados (postulados, definiciones, etc.) previamente aceptados. En este caso, la confirmación puede ser una demostración definitiva. En cambio, si el enunciado en cuestión se refiere (de manera significativa) a la naturaleza o a la sociedad, puede ocurrir, o bien que podamos averiguar su valor de verdad con la sola ayuda de la razón, o que debamos recurrir, además, a la experiencia.

El análisis lógico basta cuando el enunciado que se pone a prueba es de alguno de los siguientes tipos: a) una simple tautología, o sea, un enunciado verdadero en virtud de su sola forma, independientemente de su contenido (como en el caso de "El agua moja o no moja"); b) una definición, o equivalencia entre dos grupos de términos (como en el caso de "Los seres vivos se alimentan, crecen

y se reproducen"); c) una consecuencia de enunciados fácticos que poseen una extensión o alcance mayor (como ocurre cuando se deduce el "principio" de la palanca, de la ley de conservación de la energía). Vale decir, el análisis lógico y matemático comprobará la validez de los enunciados (hipótesis) que son analíticos en determinado contexto. Muchos enunciados no son intrínsecamente analíticos: su analiticidad es relativa o contextual, como lo demuestra el hecho de que esta propiedad puede perderse si se estrecha o amplía el contexto, o si se reagrupan los enunciados de la teoría correspondiente, de manera tal que los antiguos teoremas se conviertan en postulados y viceversa.

Vale decir, la mera *referencia* a los hechos no basta para decidir qué herramienta, si el análisis o la experiencia, ha de emplearse para convalidar una proposición: hay que empezar por determinar su *status* y estructura lógica. En consecuencia, *el análisis lógico (tanto sintáctico como semántico) es la primera operación que debiera emprenderse al comprobar las hipótesis científicas*, sean fácticas o no. Esta norma debiera considerarse como una regla del método científico.

Los enunciados fácticos no analíticos —esto es, las proposiciones referentes a hechos pero indecidibles con la sola ayuda de la lógica— tendrán que concordar con los datos empíricos o adaptarse a ellos. Esta norma, que distaba de ser obvia antes del siglo XVII, y que contradice tanto el apriorismo escolástico como el racionalismo cartesiano, es la segunda regla del método científico. Podemos

enunciarla de la siguiente manera: *El método científico, aplicado a la comprobación de afirmaciones informativas, se reduce al método experimental.*

6. El método experimental

La experimentación involucra la modificación deliberada de algunos factores, es decir, la sujeción del objeto de experimentación a estímulos controlados. Pero lo que habitualmente se llama "método experimental" no involucra necesariamente experimentos en el sentido estricto del término, y puede aplicarse fuera del laboratorio. Así, por ejemplo, la astronomía no experimenta con cuerpos celestes (por el momento) pero es una ciencia empírica porque se funda sobre la física, que aplica el método experimental. En lugar de elaborar una definición de este término, veamos cómo funcionó en un caso famoso tan conocido que casi siempre se entiende mal.

Adams y Le Verrier descubrieron el planeta Neptuno procediendo de una manera que es típica de la ciencia moderna. Sin embargo, no ejecutaron un solo experimento; ni siquiera partieron de "hechos sólidos". En efecto, el problema que se plantearon fue el de explicar ciertas irregularidades halladas en el movimiento de los planetas exteriores (a la Tierra); pero estas irregularidades no eran fenómenos observables: consistían en discrepancias entre las órbitas *observadas* y las *calcula-*

das. El hecho que debían explicar no era un conjunto de datos de los sentidos, sino un conflicto entre datos empíricos y consecuencias deducidas de los principios de la mecánica celeste.

La hipótesis que propusieron para explicar la discrepancia fue que un planeta transuraniano inobservado perturbaba el movimiento de los planetas exteriores entonces conocidos. También podrían haber imaginado que la ley de Newton de la gravitación falla a grandes distancias, pero esto era apenas concebible en una época en que la *Weltanschauung* prevaleciente entre los científicos incluía una fe dogmática en la física newtoniana. De esta hipótesis, unida a los principios aceptados de la mecánica celeste y ciertas suposiciones específicas (referentes, entre otras, al plano de la órbita), Adams y Le Verrier dedujeron consecuencias observables con la sola ayuda de la lógica y de la matemática: predijeron el lugar en que se encontraría el "nuevo" planeta en tal y cual noche. La observación del cielo y el descubrimiento del planeta en el lugar y el momento predichos no fueron sino el último eslabón de un largo proceso por el cual se probaron conjuntamente varias hipótesis.

No es fácil decidir si una hipótesis concuerda con los hechos. En primer lugar, la verificación empírica rara vez puede determinar cuál de los componentes de una teoría dada ha sido confirmado o disconfirmado; habitualmente se prueban sistemas de proposiciones antes que enunciados aislados. Pero la principal dificultad proviene de la generalidad de las hipótesis científicas. La hipóte-

sis de Adams y Le Verrier era general, aun cuando ello no es aparente a primera vista: tácitamente habían supuesto que el planeta existía *en todo momento* dentro de un largo lapso; y comprobaron la hipótesis tan sólo para unos pocos breves intervalos de tiempo. En cambio, las proposiciones fácticas singulares no son tan difíciles de probar. Así, p. ej., no es difícil comprobar si "El Sr. Pérez, que es obeso, es cardíaco": bastan una balanza y un estetoscopio. Lo difícil de comprobar son las proposiciones fácticas generales, esto es, los enunciados referentes a *clases* de hechos y no a hechos singulares. La razón es sencilla; no hay hechos generales, sino tan sólo hechos singulares; por consiguiente, la frase "adecuación de las ideas a los hechos" está fuera de la cuestión en lo que respecta a las hipótesis científicas.

Supongamos que se sugiere la hipótesis "Los obesos son cardíacos", sea por la observación de cierto número de correlaciones entre la obesidad y las enfermedades del corazón (esto es, por inducción estadística), sea sobre la base del estudio de la función del corazón en la circulación (esto es, por deducción). El enunciado general "Los obesos son cardíacos" no se refiere solamente a nuestros conocidos, sino a todos los gordos del mundo; por consiguiente, no podemos esperar verificarlo *directamente* (esto es, por el examen de un inexistente "gordo general") ni *exhaustivamente* (auscultando a todos los seres humanos presentes, pasados y futuros). La metodología nos dice cómo debemos proceder; en este caso, examinaremos su-

cesivamente los miembros de una muestra suficientemente numerosa de personas obesas. Vale decir, probamos una consecuencia particular de nuestra suposición general. Ésta es una tercera máxima del método científico: *Obsérvense singulares en busca de elementos de prueba de universales.*

Hasta aquí todo parece sencillo; pero los problemas relacionados con la prueba real distan de ser triviales, y algunos de ellos no han sido resueltos satisfactoriamente. Debemos recurrir a las técnicas del planteo de problemas de este tipo, es decir, a las técnicas de diseño de los procedimientos empíricos adecuados. Esta técnica nos aconseja comenzar por decidir lo que hemos de entender por "obeso" y por "cardíaco", lo que no es en modo alguno tarea sencilla, ya que el umbral de obesidad es en gran medida convencional. O sea, debemos empezar por determinar el exacto sentido de nuestra pregunta. Y ésta es una cuarta regla del método científico, a saber: *Formúlense preguntas precisas.*

Luego procederemos a elegir la técnica experimental (clase de balanza, tipo de examen de corazón, etc.) y la manera de registrar datos y de ordenarlos. Además, debemos decidir el tamaño de la muestra que habremos de observar y la técnica para escoger sus miembros, con el fin de asegurar que será una fiel representante de la población total. Sólo una vez realizadas estas operaciones preliminares podremos visitar al señor Pérez y a los demás miembros de la muestra, con el fin de reu-

nir datos. Y aquí se nos muestra una quinta regla del método científico: *La recolección y el análisis de datos deben hacerse conforme a las reglas de la estadística.*

Después que los datos han sido reunidos, clasificados y analizados, el equipo que tiene a su cargo la investigación podrá realizar una inferencia estadística, concluyendo que "El N % de los obesos son cardíacos". Más aún, habrá que estimar el error probable de esta afirmación.

Obsérvese que la hipótesis que había motivado nuestra investigación era un enunciado universal de la forma "Para todo x, si x es F, entonces x es G". Por otro lado, el resultado de la investigación es un enunciado estadístico, a saber, "De la clase de las personas obesas, una subclase que comprende el X % de la población examinada está compuesta por cardíacos". Esto es, nuestra hipótesis de trabajo ha sido corregida. ¿Debemos contentarnos con esta respuesta? Nos gustaría formular otras preguntas: deseamos entender la ley que hemos hallado, nos gustaría deducirla de las leyes de la fisiología humana. Y aquí se aplica una sexta regla del método científico, a saber: *No existen respuestas definitivas, y ello simplemente porque no existen preguntas finales.*

7. *Métodos teóricos*

Toda ciencia fáctica especial elabora sus propias técnicas de verificación; entre ellas, las técni-

cas de medición son típicas de la ciencia moderna. Pero en todos los casos estas técnicas, por diferentes que sean, no constituyen fines en sí mismas: todas ellas sirven para contrastar ciertas ideas con ciertos hechos por la vía de la experiencia. O, si se prefiere, el objetivo de las técnicas de verificación es probar enunciados referentes a hechos por vía del examen de proposiciones referentes a la experiencia (y, en particular, al experimento). Éste es el motivo por el cual los experimentadores no tienen por qué construir cada uno de sus aparatos e instrumentos, pero deben en cambio diseñarlos y/o usarlos a fin de poner a prueba ciertas afirmaciones. Las técnicas especiales, por importantes que sean, no son sino etapas de la aplicación del método experimental, que no es otra cosa que el método científico en relación con la ciencia fáctica; y la ciencia, por fáctica que sea, no es un montón de hechos sino un sistema de ideas.

En el párrafo anterior ejemplificamos el método experimental analizando el proceso de verificación que requeriría el enunciado "Los obesos son cardíacos"; encontramos que esta hipótesis requería una precisión cuantitativa y, después de una investigación imaginaria, adoptamos, en su lugar, cierta generalización empírica del tipo de los enunciados estadísticos. Ahora bien: las generalizaciones empíricas, tan caras a Aristóteles y a Bacon, aun cuando se las formule en términos estadísticos, no son distintivas de la ciencia moderna. El tipo de hipótesis característico de la ciencia moderna no es el de los enunciados descriptivos

aislados, cuya función principal es resumir experiencias. Lo peculiar de la ciencia moderna es que consiste en su mayor parte en *teorías explicativas*, es decir, en sistemas de proposiciones que pueden clasificarse en: principios, leyes, definiciones, etcétera, y que están vinculadas entre sí mediante conectivas lógicas (tales como "y", "o", "si... entonces", etcétera).

Las teorías dan cuenta de los hechos no sólo describiéndolos de manera más o menos exacta, sino también proveyendo modelos conceptuales de los hechos, en cuyos términos puede explicarse y predecirse, al menos en principio, cada uno de los hechos de una clase. Las posibilidades de una hipótesis científica no se advierten por entero antes de incorporarlas en una teoría; y es sólo entonces cuando puede encontrársele varios soportes. Al sumergirse en una teoría, el enunciado dado es apoyado —o aplastado— por toda la masa del saber disponible; permaneciendo aislado es difícil de confirmar y de refutar y, sobre todo, sigue sin ser entendido.

La conversión de las generalizaciones empíricas en leyes teóricas implica trascender la esfera de los fenómenos y el lenguaje observacional: ya no se trata de hacer afirmaciones acerca de hechos observables, sino de adivinar su "mecanismo" interno (el que, desde luego, no tiene por qué ser mecánico). Supóngase que un psicólogo desea estudiar las correlaciones entre cierto estímulo observable S y cierta conducta observable R, que —a modo de ensayo— considera como la respuesta al

estímulo dado. Si, después de una sucesión de experimentos, llegara a confirmar su hipótesis de trabajo y deseara trascender las fronteras de la psicología fenomenista, intentaría elaborar, digamos, un modelo neurofisiológico que explicara el nexo *S-R* en términos fisiológicos. No es tarea fácil: el psicólogo tiene que inventar diversas hipótesis acerca de otros tantos canales nerviosos posibles que conecten los hechos observables extremos, *S* y *R*. Análogamente, los físicos atómicos imaginan diversos mecanismos ocultos que conectan los fenómenos macroscópicos con su soporte microscópico.

Pero nuestro psicólogo no andará del todo a tientas: podrá probar si su conexión concuerda con algunos de los esquemas conocidos, por ejemplo la ley de Hebb de los refuerzos de las conexiones interneuronales. Cada una de sus hipótesis —sea que consistan en suponer que interviene un reflejo innato o condicionado— tendrá que especificar el aparato receptor, el nervio aferente, la estación central, el nervio eferente, el órgano receptor, etc. Más aún, sus varias hipótesis de trabajo tendrán que ser compatibles con el saber más firmemente establecido (aunque no inamovible), y tendrán que ser puestas a prueba mediante técnicas especiales (excitación o destrucción de nervios, registro de impulsos nerviosos, medición del consumo de glucosa, etc.). Vale la pena emprender esta difícil tarea: la eventual confirmación de una de las hipótesis puestas a prueba no sólo explicará el nexo *S-R* dado, sino que también lo ubicará en su con-

texto; además, apoyará la hipótesis misma de que tal nexo no es accidental. Pues, aunque suene a paradoja, un enunciado fáctico es tanto más fidedigno cuanto mejor está apoyado por consideraciones teóricas.

Es importante advertir, en efecto, que la experiencia dista de ser el único juez de las teorías fácticas, o siquiera el último. Las teorías se contrastan con los hechos y con *otras teorías*. Por ejemplo, una de las pruebas de la generalización de una teoría dada es averiguar si la nueva teoría se reduce a la vieja dentro de un cierto dominio, de modo tal que cubra por lo menos el mismo grupo de hechos. Más aún, el *grado de sustentación* o apoyo de las teorías no es idéntico a su *grado de confirmación*. Las teorías no se construyen *ex nihilo*, sino sobre ciertas bases: éstas las sostienen antes y después de la prueba; la prueba misma, si tiene éxito, provee los apoyos restantes de la teoría y fija su grado de confirmación. Aun así el grado de confirmación de una teoría no basta para determinar la verosimilitud de la misma.

8. En qué se apoya una hipótesis científica

Una hipótesis de contenido fáctico no sólo es sostenida por la confirmación empírica de cierto número de sus consecuencias particulares (p. ej., predicciones). Las hipótesis científicas están incorporadas en teorías o tienden a incorporarse en ellas; y las teorías están relacionadas entre sí,

constituyendo la totalidad de ellas la cultura intelectual. Por esto, no debiera sorprender que las hipótesis científicas tengan soportes no sólo científicos sino también extracientíficos; los primeros son empíricos y racionales, los últimos son psicológicos y culturales. Expliquémonos.

Cuanto más numerosos sean los hechos que confirman una hipótesis, cuanto mayor sea la precisión con que ella reconstruye los hechos, y cuanto más vastos sean los nuevos territorios que ayuda a explorar, tanto más firme será nuestra creencia en ella, esto es, tanto mayor será la plausibilidad o verosimilitud que le asignemos. Esto es, esquemáticamente dicho, lo que se entiende por el *soporte empírico* de las hipótesis fácticas. Pero la experiencia disponible no puede ser considerada como inapelable: en primer lugar, porque nuevas experiencias pueden mostrar la necesidad de un remiendo; en segundo término, porque la experiencia científica no es pura, sino interpretada, y toda interpretación se hace en términos de teorías, motivo por el cual la primera reacción de los científicos experimentados ante informaciones sobre hechos que parecerían trastornar teorías establecidas, es de escepticismo.

Cuanto más estrecho sea el acuerdo de la hipótesis en cuestión con el conocimiento disponible del mismo orden, tanto más firme es nuestra creencia en ella; semejante concordancia es particularmente valiosa cuando consiste en una compatibilidad con enunciados de leyes. Esto es lo que hemos designado con el nombre de *soporte* racio-

nal de las hipótesis fácticas. Éste es, dicho sea de paso, el motivo por el cual la mayoría de los científicos desconfían de los informes acerca de la llamada percepción extrasensorial, porque los llamados fenómenos *psi* contradicen el cuerpo de hipótesis psicológicas y fisiológicas bien establecidas. En resumen, las teorías científicas deben adecuarse, sin duda, a los hechos, pero ningún hecho aislado es aceptado en la comunidad de los hechos controlados científicamente a menos que tenga cabida en alguna parte del edificio teórico establecido. Desde luego, el soporte racional no es garantía de verdad; si lo fuera, las teorías fácticas serían invulnerables a la experiencia. Los soportes empíricos y racionales de las hipótesis fácticas son interdependientes.

En cuanto a los soportes extracientíficos de las hipótesis científicas, uno de ellos es de carácter psicológico: influye sobre nuestra elección de las suposiciones y sobre el valor que le asignamos a su concordancia con los hechos. Por ejemplo, los sentimientos estéticos que provocan la simplicidad y la unidad lógica estimulan unas veces y otras obstaculizan la investigación sobre la validez de las teorías. Esto es lo que hemos denominado el *soporte psicológico* de las hipótesis fácticas; a menudo es oscuro, y no sólo está vinculado a características personales, sino también sociales.

Lo que hemos llamado *soporte cultural* de las hipótesis fácticas consiste en su compatibilidad con alguna concepción del mundo y, en particular, con la *Zeitgeist* prevaleciente. Es obvio que tende-

mos a asignar mayor peso a aquellas hipótesis que congenian con nuestro fondo cultural y, en particular con nuestra visión del mundo, que a aquellas hipótesis que lo contradicen. Por ejemplo, la hipótesis de la evolución molecular fue bien recibida en la década de 1970 (y luego confirmada) porque la concepción moderna del mundo es evolucionista.

La función dual del soporte cultural de las conjeturas científicas se advierte con facilidad: por una parte, nos impulsa a poner atención en ciertas clases de hipótesis y hasta interviene en la sugerencia de las mismas; por otra parte, puede impedirnos apreciar otras posibilidades, por lo cual puede constituir un factor de obstinación dogmática. La única manera de minimizar este peligro es cobrar conciencia del hecho de que las hipótesis científicas no crecen en un vacío cultural.

Los soportes empíricos y racionales son objetivos, en el sentido de que en principio son susceptibles de ser sopesados y controlados conforme a patrones precisos y formulables. En cambio, los soportes extracientíficos son, en gran medida, materia de preferencia individual, de grupo o de época; por consiguiente, no debieran ser decisivos en la etapa de la comprobación, por prominentes que sean en la etapa heurística. Es importante que los científicos sean personas cultas, aunque sólo sea para que adviertan la fuerte presión que ejercen los factores psicológicos y culturales sobre la formulación, elección, investigación y credibilidad de las hipótesis fácticas. La presión, para bien o para

mal, es real y nos obliga a tomar partido por una u otra concepción del mundo; es mejor hacerlo conscientemente que inadvertidamente.

La enumeración anterior de los tipos de soporte de las hipótesis científicas no tenía otro propósito que mostrar que el método experimental no agota el proceso que conduce a la aceptación de una suposición fáctica. Este hecho podría invocarse en favor de la tesis de que la investigación científica es un arte.

9. La ciencia: técnica y arte

La investigación científica es legal, pero sus leyes —las reglas del método científico— no son pocas, ni simples, ni infalibles, ni bien conocidas; son, por el contrario, numerosas, complejas, más o menos eficaces, y en parte desconocidas. El arte de formular preguntas y de probar respuestas —esto es, el método científico— es cualquier cosa menos un conjunto de recetas; y menos técnica todavía es la teoría del método científico. La moraleja es inmediata: desconfíese de toda descripción de la vía de la ciencia —y en primer lugar de la presente—, pero no se descuide ninguna. La investigación es una empresa multilateral que requiere el más intenso ejercicio de cada una de las facultades psíquicas, y que exige un concurso de circunstancias sociales favorables; por este motivo, todo testimonio personal, perteneciente a cualquier período, y por parcial que sea, puede echar

alguna luz sobre algún aspecto de la investigación.

A menudo se sostiene que la medicina y otras ciencias aplicadas son artes antes que ciencias, en el sentido de que no pueden ser reducidas a la simple aplicación de un conjunto de reglas que pueden formularse todas explícitamente y que pueden elegirse sin que medie el juicio personal. Sin embargo, en este sentido la física y la matemática también son artes: ¿quién conoce recetas hechas y seguras para encontrar leyes de la naturaleza o para adivinar teoremas? Si "arte" significa una feliz conjunción de experiencia, destreza, imaginación, visión y habilidad para realizar inferencias de tipo no analítico, entonces no sólo son artes la medicina, la pesquisa criminal, la estrategia militar, la política y la publicidad, sino también toda otra disciplina. Por consiguiente, no se trata de si un campo dado de la actividad humana es un arte, sino de si, además, es científico.

La ciencia es ciertamente comunicable; si un cuerpo de conocimiento no es comunicable, entonces por definición no es científico. Pero esto se refiere a los *resultados* de la investigación antes que a las maneras en que éstos se obtienen; la comunicabilidad no implica que el método científico y las técnicas de las diversas ciencias especiales puedan aprenderse en los libros: los procedimientos de la investigación se dominan investigando, y los metacientíficos debieran por ello practicarlos antes de emprender su análisis. No se sabe de obra maestra alguna de la ciencia que haya sido

engendrada por la aplicación consciente y escrupulosa de las reglas conocidas del método científico; la investigación científica es practicada en gran parte como un arte no tanto porque carezca de reglas cuanto porque algunas de ellas se dan por sabidas, y no tanto porque requiera una intuición innata cuanto porque exige una gran variedad de disposiciones intelectuales. Como toda otra experiencia, la investigación puede ser comprendida por otros pero no es íntegramente transferible; hay que pagar por ella el precio de un gran número de errores, y por cierto que al contado. Por consiguiente, los escritos sobre el método científico pueden iluminar el camino de la ciencia, pero no pueden exhibir toda su riqueza y, sobre todo, no son un sustituto de la investigación misma, del mismo modo que ninguna biblioteca sobre botánica puede reemplazar la contemplación de la naturaleza, aunque hace posible que la contemplación sea más provechosa.

10. La pauta de la investigación científica

La variedad de habilidades y de información que exige el tratamiento científico de los problemas ayuda a explicar la extremada división del trabajo prevaleciente en la ciencia contemporánea, en la que encuentra lugar toda capacidad natural y toda habilidad adquirida. Es posible apreciar esta variedad exponiendo la pauta general de la investigación científica. Creo que esta pauta

—o sea, el método científico— es, a grandes líneas, la siguiente:

1. PLANTEO DEL PROBLEMA
   1.1. *Reconocimiento de los hechos:* examen del grupo de hechos, clasificación preliminar y selección de los que probablemente sean relevantes en algún respecto.
   1.2. *Descubrimiento del problema:* hallazgo de la laguna o de la incoherencia en el cuerpo del saber.
   1.3. *Formulación del problema:* planteo de una pregunta que tiene visos de ser la correcta; esto es, reducción del problema a su núcleo significativo, probablemente soluble y probablemente fructífero, con ayuda del conocimiento disponible.

2. CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO TEÓRICO
   2.1. *Selección de los factores pertinentes:* invención de suposiciones plausibles relativas a las variables que probablemente son pertinentes.
   2.2. *Invención de las hipótesis centrales y de las suposiciones auxiliares:* propuesta de un conjunto de suposiciones concernientes a los nexos entre las variables pertinentes; p. ej., formulación de enunciados de ley que se espera puedan amoldarse a los hechos observados.
   2.3. *Traducción matemática:* cuando sea posible, traducción de las hipótesis, o de parte

de ellas, a alguno de los lenguajes matemáticos.

3. DEDUCCIÓN DE CONSECUENCIAS PARTICULARES
   3.1. *Búsqueda de soportes racionales:* deducción de consecuencias particulares que pueden haber sido verificadas en el mismo campo o en campos contiguos.
   3.2. *Búsqueda de soportes empíricos:* elaboración de predicciones (o retrodicciones) sobre la base del modelo teórico y de datos empíricos, teniendo en vista técnicas de verificación disponibles o concebibles.

4. PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS
   4.1. *Diseño de la prueba:* planeamiento de los medios para poner a prueba las predicciones; diseño de observaciones, mediciones, experimentos y demás operaciones instrumentales.
   4.2. *Ejecución de la prueba:* realización de las operaciones y recolección de datos.
   4.3. *Elaboración de los datos:* clasificación, análisis, evaluación, reducción, etcétera, de los datos empíricos.
   4.4. *Inferencia de la conclusión:* interpretación de los datos elaborados a la luz del modelo teórico.

5. INTRODUCCIÓN DE LAS CONCLUSIONES EN LA TEORÍA
   5.1. *Comparación de las conclusiones con las predicciones:* contraste de los resultados

de la prueba con las consecuencias del modelo teórico, precisando en qué medida éste puede considerarse confirmado o disconfirmado (inferencia probable).

5.2. *Reajuste del modelo:* eventual corrección o aun reemplazo del modelo.

5.3. *Sugerencias acerca del trabajo ulterior:* búsqueda de lagunas o errores en la teoría y/o los procedimientos empíricos, si el modelo ha sido disconfirmado; si ha sido confirmado, examen de posibles extensiones y de posibles consecuencias en otros departamentos del saber.

11. Extensibilidad del método científico

Para elaborar conocimiento fáctico no se conoce mejor camino que el de la ciencia. El método de la ciencia no es, por cierto, seguro; pero es intrínsecamente progresivo, porque es autocorrectivo: exige la continua comprobación de los puntos de partida, y requiere que todo resultado sea considerado como fuente de nuevas preguntas. Llamemos *filosofía científica* a la clase de concepciones filosóficas que aceptan el método de la ciencia como *la* manera que nos permite: *a)* plantear cuestiones fácticas "razonables" (esto es, preguntas que son significativas, no triviales, y que probablemente pueden ser respondidas dentro de una teoría existente o concebible); y *b)* probar respuestas probables en todos los campos especiales del conocimiento.

No debe confundirse la filosofía científica con el *cientificismo ingenuo* en cualquiera de sus dos versiones: el enciclopedismo científico y el reduccionismo naturalista. El enciclopedismo científico pretende que la única tarea de los filósofos es recoger los resultados más generales de la ciencia, elaborando una imagen unificada de los mismos, y preferiblemente formulándolos todos en un único lenguaje (p. ej., el de la física). En cambio, la filosofía, científica o no, analiza lo que se le presenta y, a partir de este material, construye teorías de segundo nivel, es decir, teorías de teorías; la filosofía será científica en la medida en que elabore de manera racional los materiales previamente elaborados por la ciencia. Así es como puede entenderse la extensión del método científico al trabajo filosófico.

En cuanto al cientificismo concebido como reduccionismo naturalista —y que a veces se superpone con el enciclopedismo científico, como ocurre con el fisicismo—, puede describírselo como una tentativa de resolver toda suerte de problemas con ayuda de las técnicas creadas por las ciencias naturales, desdeñando las cualidades específicas, irreductibles, de cada nivel de la realidad. El cientificismo radical de esta especie sostendría, por ejemplo, que la sociedad no es más que un sistema físico químico (o, a lo sumo, biológico), de donde los fenómenos sociales debieran estudiarse exclusivamente mediante la ayuda de metros, relojes, balanzas y otros instrumentos de la misma clase. En cambio, la filosofía científica favorece la elaboración de técnicas específicas en cada campo, con

la única condición de que estas técnicas cumplan las exigencias esenciales del método científico en lo que respecta a las preguntas y a las pruebas. De esta manera es como puede entenderse la extensión del método científico a todos los campos especiales del conocimiento.

Pero también debiera emplearse el método de la ciencia en las ciencias aplicadas y, en general, en toda empresa humana en que la razón haya de casarse con la experiencia; vale decir, en todos los campos excepto en arte, religión y amor. Una adquisición reciente del método científico es la investigación operativa *(operations research)*, esto es, el conjunto de procedimientos mediante los cuales los dirigentes de empresas pueden obtener un fundamento cuantitativo para tomar decisiones y los administradores pueden adquirir ideas para mejorar la eficiencia de la organización.[10] Pero, desde luego, la extensión del método científico a las cosas humanas está aún en su infancia. Pídasele a un político que pruebe sus afirmaciones, no recurriendo a citas y discursos, sino confrontándolas con hechos certificables (tal como se recogen y elaboran, p. ej., con ayuda de las técnicas estadísticas). Si es honesto, cosa que puede suceder, o bien *a)* admitirá que no entiende la pregunta, o *b)* concederá que todas sus creencias son, en el mejor de los casos, enunciados plausibles, ya que sólo pue-

[10] Véase P. M. Morse y G. E. Kimball, *Methods of Operations Research*, ed. rev. (Cambridge, Mass., The Technology Press of Massachusetts Institute of Technology; Nueva York, John Wiley & Sons, 1951).

den ser probados imperfectamente, o *c)* llegará a la conclusión de que muchas de sus hipótesis favoritas (principios, máximas, consignas) tienen necesidad urgente de reparación. En este último caso puede terminar por admitir que una de las virtudes del método de la ciencia es que facilita la regulación o readaptación de las ideas generales que guían (o justifican) nuestra conducta consciente, de manera tal que ésta pueda corregirse con el fin de mejorar los resultados.

Desgraciadamente, la cientifización de la política la haría más eficaz, pero no necesariamente mejor, porque el método puede dar la forma y no el contenido; y el contenido de la política está determinado por intereses que no son primordialmente culturales o éticos, sino materiales. Por esto, una política científica puede dirigirse a favor o en contra de cualquier grupo social: los objetivos de la estrategia política, así como los de la investigación científica aplicada, no son fijados por patrones científicos, sino por intereses sociales. Esto muestra a la vez el alcance y los límites del método científico: por una parte, puede producir saber, eficiencia y poder; por la otra, este saber, esta eficiencia y este poder pueden usarse para bien o para mal, para libertar o para esclavizar.

12. El método científico: ¿un dogma más?

¿Es dogmático favorecer la extensión del método científico a todos los campos del pensamiento

y de la acción consciente? Planteamos la cuestión en términos de conducta. El dogmático vuelve sempiternamente a sus escrituras, sagradas o profanas, en búsqueda de la verdad; la realidad le quemaría los papeles en los que imagina que está enterrada la verdad: por esto elude el contacto con los hechos. En cambio, para el partidario de la filosofía científica todo es problemático: todo conocimiento fáctico es falible (pero perfectible), y aun las estructuras formales pueden reagruparse de maneras más económicas y racionales; más aún, el propio método de la ciencia será considerado por él como perfectible, como lo muestra la reciente incorporación de conceptos y técnicas estadísticas. Por consiguiente, el partidario del método científico no se apegará obstinadamente al saber, ni siquiera a los medios consagrados para adquirir conocimiento, sino que adoptará una actitud investigadora; se esforzará por aumentar y renovar sus contactos con los hechos y el almacén de las ideas mediante las cuales los hechos pueden entenderse, controlarse y a veces reproducirse.

No se conoce otro remedio eficaz contra la fosilización del dogma —religioso, político, filosófico o científico— que el método científico, porque es el único procedimiento que no pretende dar resultados definitivos. El creyente busca la paz en la aquiescencia; el investigador, en cambio, no encuentra paz fuera de la investigación y de la disensión: está en continuo conflicto consigo mismo, puesto que la exigencia de buscar conocimiento verificable implica un continuo inventar, probar y

criticar hipótesis. Afirmar y asentir es más fácil que probar y disentir; por esto hay más creyentes que sabios, y por esto, aunque el método científico es opuesto al dogma, ningún científico y ningún filósofo científico debieran tener la plena seguridad de que han evitado todo dogma.

De acuerdo con la filosofía científica, el peso de los enunciados —y por consiguiente su credibilidad y su eventual eficacia práctica— depende de su grado de sustentación y de confirmación. Si, como estimaba Demócrito, una sola demostración vale más que el reino de los persas, puede estimarse el valor del método científico en los tiempos modernos. Quienes lo ignoran íntegramente no pueden llamarse modernos; y quienes lo desdeñan se exponen a no ser veraces ni eficaces.

¿Qué significa "ley científica"?

1. Cuatro significados de la expresión "ley científica"

Probablemente la mayoría de los científicos y metacientíficos concuerden en que la corriente central de la investigación científica consiste en la búsqueda, explicación y aplicación de leyes científicas. Sin embargo, sólo unos pocos estudiosos de la ciencia concuerdan respecto de lo que designa el término "ley" en el contexto de la ciencia. Así, por ejemplo, la expresión "ley de Newton del movimiento" se interpreta unas veces como cierta pauta objetiva del movimiento mecánico. Otras veces los mismos términos designan la fórmula de Newton "Fuerza = masa x aceleración", o cualquier otro enunciado que la incluye. Finalmente, "la ley de Newton del movimiento" se entiende a veces como una regla de procedimiento por medio de la cual se puede predecir o controlar las trayectorias de los cuerpos. En el primer caso se hace referencia a un trozo de la realidad física; en el segundo, el designado *(designatum)* es una pieza del conocimiento; en el tercero, es una regla de acción.

A cuál de los tres designados se refiere el científico cuando habla acerca de la "ley de Newton del movimiento", dependerá de las cir-

cunstancias o del contexto en que usa la expresión, así como de su filosofía explícita o tácita. Si concede que el mundo físico subsiste aun cuando no haya quien lo perciba o lo piense, entonces la expresión en cuestión podrá significar una conexión objetiva entre las cualidades fuerza, masa y aceleración, sea que se las mida o no. En cambio, si el científico no asigna existencia autónoma a los objetos físicos, entonces entenderá por "ley científica" una relación invariante entre términos anclados de alguna manera a datos de los sentidos (los cuales funcionarán como términos últimos o "hechos atómicos", y no como señales elementales de nuestro comercio con las cosas). Y si sólo accede a hablar acerca de operaciones posibles, entonces podrá significar por "ley científica" cierta pauta de la conducta humana (p. ej. la predicción) en relación con cierta clase de datos empíricos (cuya totalidad llamará "sistema de cuerpos en movimiento", o algo parecido), y cierto tipo de objetivo. En particular nuestro científico podrá sostener que tan sólo las "ecuaciones de laboratorio" merecen ser llamadas leyes naturales, pues ellas —y no los principios de los cuales eventualmente se derivan— son comprobables directamente en el laboratorio. Finalmente, cualquiera que sea la preferencia filosófica de nuestro científico, si ha oído hablar de la física teórica contemporánea podrá admitir que hay una clase especial de enunciados que se refieren a las leyes mismas, y que operan como principios reguladores, tales como "Las leyes naturales no dependen de los sistemas de referen-

cia ni, en particular, del marco de referencia del observador".

En total debiéramos distinguir, pues, por lo menos cuatro significados del término "ley" en el contexto de las ciencias fácticas.

2. *Nomenclatura propuesta*

Nunca se señala semejante variedad semántica. Sin embargo, debiera ser de utilidad distinguir entre los diversos significados del término "ley" tal como se lo usa en las ciencias naturales y sociales, así como la consiguiente adopción de una nomenclatura uniforme. Puesto que los cuatro significados corresponden al mismo término, sería conveniente añadirles subíndices con el fin de eliminar la ambigüedad señalada. Permítaseme proponer las siguientes reglas de designación:

1) *Ley*$_1$ o simplemente *ley*, denota toda pauta inmanente del ser o del devenir; esto es, toda relación constante y objetiva en la naturaleza, en la mente o en la sociedad.

2) *Ley*$_2$ o *enunciado nomológico* o *enunciado de ley*, designa toda hipótesis general que tiene como referente mediato una ley$_1$, y que constituye una reconstrucción conceptual de ella. Todo enunciado de ley tiene, en realidad, dos referentes: uno es la pauta de cierta clase de hechos, al que se supone que se adecua (nunca perfectamente) el enunciado en cuestión; podemos llamarlo el *referente mediato* del enunciado de ley. El *referente*

inmediato de un enunciado nomológico es, en cambio, el modelo teórico al que se aplica exactamente. Así, por ejemplo, la mecánica analítica se refiere en forma mediata a las partículas materiales, siendo su referente inmediato el concepto llamado "sistema de puntos materiales".

3) *Ley*$_3$ o *enunciado nomopragmático,* designa toda regla mediante la cual puede regularse (exitosamente o no) una conducta. Las leyes$_3$ son casi siempre consecuencias de leyes$_2$ en conjunción con ítems de información específica. Una clase conspicua de este tipo de ley$_3$ es la de los enunciados nomológicos predictivos, esto es, las proposiciones mediante las cuales se hacen predicciones (o retrodicciones) de sucesos singulares.

4) *Ley*$_4$ o *enunciado metanomológico,* designa todo principio general acerca de la forma y/o alcance de los enunciados de ley pertenecientes a algún capítulo de la ciencia fáctica.

Las leyes$_1$ son estructuras nómicas (pautas invariantes) al nivel óntico. Las leyes$_2$ son proposiciones (que a menudo toman la forma de ecuaciones) acerca de pautas objetivas: son pautas al nivel del conocimiento. Las leyes$_3$ son relaciones invariantes al nivel pragmático: son guías para la acción fundada científicamente. Y las leyes$_4$ son prescripciones metodológicas y/o principios ontológicos (hipótesis acerca de rasgos conspicuos de la realidad).

3. Ejemplificación de las distinciones

Consideremos nuevamente la ley del movimiento mecánico. Ésta puede considerarse como una pauta objetiva (ley_1) que diversos enunciados de ley ($leyes_2$) reconstruyen en diferentes aproximaciones. A saber: a) la ley de Aristóteles "La fuerza es igual a la resistencia multiplicada por la velocidad"; b) la ley de Newton "La fuerza es igual a la masa multiplicada por la aceleración"; c) la ley de Einstein "La fuerza es igual a la velocidad de variación del momento"; d) el teorema de Ehrenfest "La fuerza media es igual al valor medio de la velocidad de variación del impulso"; e) el teorema de Broglie-Bohm "La fuerza exterior más la fuerza cuántica es igual a la velocidad de variación del impulso «oculto»".

Al no haber "hechos generales", no es posible verificar directamente hipótesis generales como son los enunciados de leyes; ni es posible aplicarlos sin más. Sólo pueden comprobarse y usarse las consecuencias particulares de hipótesis científicas. Por consiguiente, ninguno de los enunciados de ley que acabamos de mencionar puede considerarse como una ley_3, esto es, como una regla de acción. Pero ciertos teoremas deducidos de esas $leyes_2$ serán $leyes_3$. Por ejemplo, toda solución de la ecuación de Newton con condiciones iniciales dadas (posición inicial x_0 y velocidad inicial v_0) será una ley_3. Así, la ecuación de Galileo:

$$x\,(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g\, t^2$$

es una consecuencia verificable de la segunda ley del movimiento de Newton, $F = ma$, y se usa para predecir, por ejemplo, tiempos de caída (siempre que se especifiquen los valores de las variables y parámetros, esto es, a condición de que el enunciado universal se convierta en singular); por esto, la ley de Galileo es una típica "ecuación de laboratorio", que cumple nuestra definición de enunciado nomopragmático (ley_3).

Obsérvese que, a diferencia de la correspondiente ley_2, una ley_3 puede incluir ítems de informaciones específicas, tales como la posición y velocidad iniciales de un cuerpo, o el contorno de una membrana vibrante. Más aún, las $leyes_3$ no serán, en general, invariantes respecto de las mismas transformaciones que dejan invariantes a las correspondientes $leyes_2$. Vale decir, mientras que las leyes de los hechos no dependen de nuestro "punto de vista" (sistema de referencia, unidades de medición y otras convenciones), las $leyes_3$ sí dependen de nuestro punto de vista. En otras palabras, la *descripción* de los fenómenos del presente, del pasado o del futuro depende esencialmente del operador, aun cuando los fenómenos mismos ocurran sin nuestra intervención. Las transformaciones que dejan invariante la ley de Newton del movimiento (pero no a sus consecuencias) son las que constituyen el grupo de Galileo ($X = x - vt$). El principio de la relatividad del movimiento es el enunciado metanomológico (ley_4) que corresponde a la ley de Newton del movimiento; en efecto, dicho principio se refiere a esta ley del movimiento

(y, específicamente, a sus propiedades de invariancia respecto de cierto conjunto de cambios en la representación de los fenómenos).

4. *Justificación de la distinción entre leyes y enunciados de leyes*

La distinción entre las $leyes_1$ y sus reconstrucciones conceptuales ($leyes_2$) debiera ser obvia para todo no idealista, aunque sólo sea por el hecho de que suele suponerse que un referente mediato único (una ley_1) les corresponde a los diversos enunciados de leyes ($leyes_2$) de un cierto tipo, que se suceden históricamente. Semejante distinción está involucrada en la noción misma de perfectibilidad de la descripción científica de los hechos, que contrasta con la presunta constancia de las pautas de los hechos (presunción ésta que es indudablemente correcta en primera aproximación y en relación con cada uno de los niveles de la realidad, no así en relación con la totalidad de la realidad, puesto que la emergencia de nuevos niveles va acompañada de la emergencia de nuevas leyes).

Lo que habitualmente designa la expresión "ley de la realidad física o social" no depende de nuestro conocimiento, a menos que se trate de una ley del proceso cognoscitivo. Antes bien, nuestro conocimiento de las $leyes_1$ (esto es, las $leyes_2$) presupone la existencia de pautas objetivas. Si no hacemos esta distinción, podemos caer en la visión

mágica del mundo exterior, propuesta por Chesterton (según la cual "no hay leyes, sino tan sólo repeticiones misteriosas" [weird]), o rendirnos a la conclusión no menos nihilista de Bridgman, de que "la naturaleza es intrínsecamente y en sus elementos incomprensible y no está sujeta a la ley". Normalmente, los científicos no aceptan ninguna de estas versiones del contingentismo, sino que se inclinan más bien a admitir el principio leibniziano de la inagotabilidad de las cosas concretas, el correspondiente principio de Weismann de la textura abierta de los conceptos empíricos y la hipótesis de que en el mundo exterior no hay repeticiones sino tan sólo leyes (probablemente) constantes, siendo la repetición una ficción inventada por el hombre para arreglárselas con la variedad y la novedad.

Las leyes$_1$ no son verdaderas ni falsas: simplemente son. Sólo las leyes$_2$ pueden ser más o menos exactas. Las leyes$_1$, aunque objetivas, no son objetos sensibles sino inteligibles: no percibimos las leyes, sino que las adivinamos a partir de los fenómenos, tal como inferimos todo otro universal fáctico. Éste es el motivo por el cual los empiristas deben negar la existencia de las leyes$_1$: porque las leyes objetivas no son observables. Semejante inferencia dista de ser directa: no "aprehendemos" leyes$_1$ (a duras penas "aprehendemos los singulares") en su pureza, sin distorsión. El proceso del descubrimiento científico es cualquier cosa menos un mero reflejo de los hechos sobre la conciencia, por la vía de la percepción y de la in-

ducción; es, por el contrario, un arduo trabajo de ensayo de reconstrucción, por medio de conceptos teóricos más o menos elaborados. En particular, las construcciones conceptuales llamadas "leyes científicas" (nuestras leyes$_2$) son las reconstrucciones cambiantes de las leyes objetivas en el nivel del pensamiento racional. O, si se prefiere, las construcciones conceptuales llamadas "leyes$_2$" son la proyección deformada e incompleta de las leyes$_1$ sobre el plano conceptual.

En suma, mientras las leyes de la naturaleza, del pensamiento y de la sociedad (leyes$_1$) son la estructura de la realidad, los correspondientes enunciados nomológicos (leyes$_2$) pertenecen a nuestros modelos ideales de la realidad, por lo cual se aplican —en el mejor de los casos— sólo aproximadamente, nunca con toda la exactitud deseada.

5. Justificación de la necesidad de las distinciones restantes

Ocupémonos ahora de esas pautas que empleamos en la descripción de fenómenos singulares en términos de esquemas generales, y que usamos cuando enriquecemos nuestra experiencia y la hacemos más exitosa. Los enunciados nomopragmáticos (leyes$_3$) no se consideran habitualmente como proposiciones que pertenecen a una clase aparte, acaso porque rara vez son axiomas independientes. En efecto, casi siempre son apli-

caciones de leyes$_2$ a situaciones o a clases de situaciones específicas.

Los enunciados nomopragmáticos se deducen casi siempre de leyes$_2$ en conjunción con datos empíricos (esto es, proposiciones particulares que se refieren a miembros de esa subclase de hechos que llamamos "experiencia").

Esta peculiaridad se advierte claramente en el caso de los enunciados predictivos deducidos de los enunciados nomológicos y de las condiciones iniciales. Pero los datos empíricos no tienen por qué ser condiciones iniciales, valores de frontera o trozos análogos de información específica. Considérese la ley (aproximadamente verdadera) de Cuvier, de la correlación morfológica; una consecuencia de esta ley$_2$ es la conocida directiva para predicciones paleontológicas: "La reconstrucción del organismo entero sólo requiere el examen de una parte de sus restos", ejemplo típico de ley$_3$.

Obsérvese, de paso, que en relación con el uso de las leyes$_2$ ocurre la siguiente inversión de la relación hecho-ley: al *establecer* enunciados de leyes asignamos prioridad a los hechos, al menos en una etapa dada de la investigación; pero al *aplicar* las leyes$_2$ razonamos como si las leyes planearan por encima de los hechos cuya estructura y *tempo* son en realidad. Así, por ejemplo, con frecuencia pronunciamos frases de esta clase: "El hecho E es imposible porque su producción violaría la ley L". Con ello no queremos decir que los sucesos están sujetos a *nuestros* enunciados nomológicos; ni siquiera significamos que los hechos deben

obedecer a las $leyes_1$. Sólo estamos haciendo predicciones sobre la base de enunciados de leyes.

¿Toda ley_3 no es sino consecuencia lógica de una ley_2 en conjunción con informaciones específicas? Decididamente, esto no es así en la mecánica cuántica que —a diferencia de la física clásica— contiene postulados que se refieren explícitamente a resultados posibles de los experimentos, a diferencia de aquellos que se refieren a posibles aspectos de las cosas en sí. Sea, por ejemplo, el siguiente axioma de la mecánica cuántica en su formulación e interpretación habituales: "Los autovalores a_n de un operador A_{op} son los únicos resultados posibles de una medición exacta de la variable dinámica A representada por ese operador". O, si no, este otro postulado: "La probabilidad de hallar el valor a_n al medir la variable A es igual a $|c_n|^2$ donde "c_n" designa el n-ésimo coeficiente del desarrollo de la función de estado en funciones propias del operador que representa a A". Ambos postulados son típicas $leyes_3$, porque no se refieren a las cualidades A de las cosas en sí, sino, al contrario, a las cualidades tales como nos son conocidas en la experimentación (donde se manifiestan acopladas con las cualidades del dispositivo experimental).

Si se arguyera que las que acabamos de mencionar no son leyes sino "meras" reglas semánticas que asignan un contenido empírico a ciertos símbolos (A_{op}, a_n, y c_n), podrá argüirse que las $leyes_3$ no son reglas convencionales de significado, que establecen vínculos arbitrarios entre signos y

designados, sino que, por el contrario, se supone que expresan pautas constantes de la experiencia, tal como lo prueba el hecho de que nos permiten recoger nuevas informaciones empíricas, así como controlar (al menos estadísticamente) ciertos procesos físicos.

Otra objeción podría ser la siguiente: los ejemplos aducidos han sido tomados de la ciencia física; ¿hay algún motivo para sostener la distinción propuesta en el campo de las ciencias sociales? La respuesta es ésta: precisamente en las ciencias del hombre es donde debiera ser de mayor utilidad la distinción entre enunciado nomológico y enunciado nomopragmático. El sociólogo manipula leyes sociológicas (leyes$_2$) que pretenden dar cuenta de las leyes sociales, o leyes del nivel social; pero también manipula reglas, prescripciones propuestas o ideales de *política* social. Si no distingue las dos clases de enunciados puede confundir proposiciones científicas con consignas (las que pueden apoyarse sobre consideraciones científicas, pero que no *son* enunciados de las ciencias sociales). Las leyes sociológicas (leyes$_2$) no son ideales ni imperativos; tan sólo ciertos enunciados universales acerca de la práctica social (leyes$_3$) pueden convertirse en ideales o normas para ciertos grupos sociales en ciertas circunstancias (y a condición de que se los reformule en un lenguaje normativo). Desde luego, los ideales y las normas sociales, así como las propuestas de acción social, serán viables en la medida en que se funden sobre leyes$_2$ que encuadren con suficiente exactitud los

hechos sociales. Pero esta relación de dependencia de los enunciados sociales nomopragmáticos respecto de las leyes sociológicas no implica que ambas clases de enunciados se recubran; los enunciados acerca de las pautas sociales pertenecen a las ciencias sociales, en tanto que los que se refieren a la política social pertenecen a la tecnología social.

Por último consideremos el cuarto significado de "ley científica". Probablemente fue en la física moderna donde se advirtió por primera vez la necesidad de disponer de enunciados explícitos de leyes *acerca de las leyes*. Las leyes$_4$ no son requisitos lógicos o metodológicos conocidos de antiguo, tales como "Los enunciados nomológicos deben ser generales, significativos y verificables". Las leyes$_4$ son reglas que guían la construcción de las teorías. Miembros conspicuos de esta clase de leyes son los siguientes: a) el principio de la covariancia general ("Las ecuaciones que expresan leyes físicas básicas deben ser invariantes de forma respecto de transformaciones generales y continuas de coordenadas"); b) el principio de la mecánica cuántica conforme al cual "Las cantidades observables deben representarse por operadores lineales hermitianos". El que estos principios (o reglas) se conserven en el futuro, queda por verse. Lo que nos interesa en este momento es que estos enunciados forman una clase aparte. Podría argüirse que son metacientíficos, o epistemológicos, puesto que hablan acerca de entes y procedimientos científicos; pero esto sólo mostraría que la metaciencia

no está del todo por encima de la ciencia, sino que se solapa parcialmente con ella.

6. Aplicación de la distinción entre leyes$_1$ y leyes$_2$: ¿son necesarias las leyes científicas?

Con excepción de los empiristas estrictos y de ciertos idealistas objetivos, habitualmente se sostiene, o se implica, que las leyes científicas son necesarias en algún sentido. El análisis de esta proposición requiere un examen semántico previo de los términos que ella pone en relación, que son "ley científica" y "necesario".

La expresión "ley científica", en la proposición "Las leyes científicas son necesarias", designa por lo común, e indistintamente, pautas objetivas de la naturaleza, de la mente o de la sociedad (esto es, nuestras leyes$_1$), y enunciados nomológicos (leyes$_2$). Esta ambigüedad es una de las fuentes de la controversia acerca de la necesidad de las leyes. En cuanto al término "necesario", se le asignan diversos significados, de los cuales los siguientes son pertinentes a nuestro propósito: a) "necesario" es equivalente de relación constante y biunívoca (uno a uno) entre dos o más colecciones de objetos (p. ej., propiedades); b) "necesario" es aquello que no podría ser de otra manera (lo opuesto de contingente); c) "necesidad" significa conexidad lógica y, en particular, analiticidad (deducibilidad a partir de premisas admitidas anteriormente). Designemos las dos primeras acepciones con la expre-

sión *necesidad fáctica*, y llamemos *necesidad lógica* a la conexidad lógica. Dejaremos de lado otros significados de "necesario", sea porque no tienen sentido en el presente contexto (como ocurre con la equivalencia de necesidad y legalidad, ecuación que convierte en tautológico el enunciado que estamos examinando), sea porque pueden incluirse en la necesidad fáctica, o bien porque equivalen a la categoría seudopsicológica de inconcebibilidad.

Tenemos dos clases de objetos generales (leyes$_1$ y leyes$_2$) y dos predicados "lógicamente necesario" (que simbolizaremos con L), y "fácticamente necesario" (que designaremos con F). Por consiguiente, *a priori* hay cuatro posibilidades: LF (necesidad lógica y fáctica), L$\overline{\text{F}}$ (necesidad lógica y contingencia fáctica), $\overline{\text{L}}$F (contingencia lógica y necesidad fáctica) y $\overline{\text{LF}}$ (contingencia lógica y fáctica). Examinémoslas.

a) *Leyes$_1$*. Debemos excluir las posibilidades LF y L$\overline{\text{F}}$ en relación con las pautas objetivas, pues la necesidad lógica es una propiedad de enunciados y no de objetos concretos; quedan dos posibilidades $\overline{\text{L}}$F y $\overline{\text{LF}}$. Propondré un argumento en favor de la tesis de que las leyes$_1$ son fácticamente necesarias y lógicamente contingentes.

Si las leyes$_1$ fuesen aisladas, si no constituyeran sistemas, entonces podría pensarse que son fácticamente contingentes, esto es, que podrían no haber sido lo que son. Pero las leyes constituyen sistemas nómicos regionales (esto es, redes que caracterizan cada nivel de la realidad); por consiguiente, cada una de las leyes no es contingente.

Sin embargo, podría objetarse que nada nos garantiza la constancia de las leyes: ellas podrían cambiar y, más aún, ciertamente lo hacen cada vez que emergen nuevos niveles de la realidad. La cuestión es averiguar si la variación de las $leyes_1$ —que es perfectamente concebible— es a su vez contingente o necesaria. Habiendo admitido que las $leyes_1$ constituyen sistemas, debiéramos concluir que, si cambian, entonces lo hacen de manera necesaria, y en particular de manera legal, de modo que presumiblemente existen leyes de la variación de las leyes. Concluimos que es verosímil que las leyes sean fácticamente necesarias, pero es seguro que son lógicamente contingentes.

b) *$Leyes_2$*. Puesto que éstas son construcciones conceptuales (*constructs),* $\bar{L}F$ y $\overline{LF}$ no son posibles; examinaremos entonces las posibilidades restantes, que son LF y $L\bar{F}$. Argüiré que las $leyes_2$ son fácticamente contingentes y lógicamente necesarias en cierto sentido.

Tomado aisladamente, todo enunciado nomológico es lógicamente contingente, puesto que un mismo grupo de fenómenos puede describirse por medio de un número ilimitado de hipótesis universales que merecen el nombre de "leyes". Esto, que es en esencia el argumento de Rusell contra el principio de legalidad, vale para generalizaciones tales como las llamadas curvas empíricas, ya que por un número finito de puntos puede hacerse pasar infinitas curvas. Pero deja de valer cuando el enunciado nomológico en cuestión es incluido en una teoría, esto es, cuando se pone en contacto

lógico con otros enunciados de leyes: en este caso, no sólo tiene el apoyo de sus casos favorables, sino que también gana el apoyo de hipótesis relacionadas con él, adquiriendo así, en cierta medida, el carácter de lógicamente necesario. Lo mismo se aplica *a fortiori* a aquellos enunciados nomológicos que son deducibles de axiomas o principios: son analíticos derechamente.

Parece, pues, que podemos concluir: a) que las leyes$_1$ (pautas objetivas) son fácticamente necesarias pero lógicamente contingentes; b) que las leyes$_2$ (enunciados nomológicos) son fácticamente contingentes y lógicamente necesarias, no en el sentido de ser impuestas por axiomas lógicos o por principios inmutables de la razón, sino porque están o tienden a estar relacionadas lógicamente con otros enunciados de leyes.

7. Aplicación de la distinción entre leyes$_2$ y leyes$_3$: ¿es la causalidad una propiedad intrínseca de las leyes?

La distinción propuesta puede contribuir a eliminar varios malentendidos en las filosofías de la ciencia corrientes. Por ejemplo, la distinción entre enunciados nomológicos (leyes$_2$) y nomopragmáticos (leyes$_3$) ayuda a aclarar la diferencia de especie que separa la explicación científica de la predicción científica, que se niega tan a menudo.[1]

[1] Para la elaboración de este punto, cf. el libro del autor *Causality: The Place of the Causal Principle in Modern Scien-*

La diferencia es habitualmente borrada por los metacientíficos que restringen sus análisis a la estructura lógica de ambas operaciones, que en efecto es una. Lo que deseo explicar es el hecho de que sobre la base de enunciados de leyes causales (o parcialmente causales) se pueden proponer *explicaciones causales* (o parcialmente causales), esto es, explicaciones en términos de causa, pero muy pocas veces *predicciones* que sean "causales" en la misma medida.

En efecto, la mayoría de las predicciones que se hacen sobre la base de enunciados de leyes —sean causales o no— tienen un componente estadístico que puede estar ausente de la correspondiente ley_2. Así, por ejemplo, las predicciones astronómicas concernientes a las posiciones de los cuerpos celestes son siempre parcialmente estadísticas, en el sentido de que incluyen la estimación del error probable. En compensación, los enunciados de $leyes_2$ con fines de verificación, predicción o acción —esto es, las $leyes_3$— pueden tener un ingrediente causal ausente de la correspondiente ley_2 (si es que tienen correspondencia en el nivel gnoseológico). Esto ocurre toda vez que podemos controlar algunas de las variables relacionadas por el enunciado nomológico en consideración. El conjunto de las variables bajo control experimental se llama a menudo "causa", si, al

---

ce (Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1959), cap. 12. Hay una versión española publicada por la Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1961.

cambiar sus valores de manera prescripta, se produce invariablemente cierto efecto de una manera unívoca, sin que a su vez influya apreciablemente sobre la "causa". Sin embargo, esto no basta para asegurar que la relación dada —esto es, la ley_2— sea ella misma causal. Para asegurarlo tendríamos que probar que, eligiendo el conjunto complementario de variables como parámetros bajo control experimental (esto es, manipulando el efecto anterior como causa), la conexión variará. Pues si la conexión permanece invariable (si la relación es simétrica), entonces no puede llamarse propiamente causal, pues, por definición, la causación es una conexión asimétrica.

En conclusión, los ingredientes causal y estadístico de una ley natural o social dada no son siempre propiedades intrínsecas de ella, sino que varían según que se trate de un enunciado nomológico o nomopragmático. Por esto es útil, cuando se discute el problema de la legalidad y de la causalidad, aclarar si se hace referencia a $leyes_2$ o a enunciados que se usan con fines predictivos o con otros propósitos vinculados con la experiencia. Adviértase, de pasada, que el mero hecho de que puede trazarse una distinción neta entre enunciados nomológicos y enunciados nomopragmáticos constituye un argumento en contra de la pretensión operacionista de que el significado de una proposición sintética consiste en la técnica de su verificación.

8. Los ideales de la ciencia en términos de los diversos niveles de significación de "ley"

Sobre la base de las distinciones elaboradas y justificadas en lo que precede, podríamos comprimir los ideales de la investigación científica fundamental en las siguientes máximas:

1) *Legalidad.* Los hechos singulares (sucesos y procesos), tales como el lanzamiento del *Sputnik*, la última pesadilla del lector o la última huelga, deberán considerarse como casos particulares de leyes$_1$ (o, más exactamente, como secciones de haces de leyes$_1$).

2) *Cognoscibilidad.* Las leyes$_1$ no son perceptibles pero son cognoscibles: Su conocimiento se corporiza en hipótesis generales (particulares o universales) que pueden llamarse "leyes$_2$" o "enunciados nomológicos".

3) *Limitación y perfectibilidad.* Toda ley$_2$ tiene un dominio de validez peculiar y es falible porque depende en parte de la experiencia; pero todo enunciado nomológico puede perfeccionarse tanto en extensión como en precisión.

4) *Generalidad del conocimiento fáctico.* Los enunciados fácticos singulares son deducibles de enunciados fácticos generales (hipótesis llamadas "leyes$_2$"). A esto se reduce, desde el punto de vista lógico, la explicación científica de los hechos.

5) *Sistematicidad.* Las leyes$_2$ constituyen sistemas lógicamente organizados o, al menos, organizables. La mayoría de las leyes$_2$ son deducibles de hipótesis de tipo más elevado; las de máximo grado en un contexto dado se llaman "axiomas" o "principios". Esto es, la mayoría de los enunciados nomológicos son aplicables en términos de leyes$_2$ de un grado de generalidad aun mayor (p. ej., las ecuaciones de movimiento son deducibles de principios variacionales). En esto consiste la explicación científica de las leyes.

6) *Generalidad de los enunciados empíricos.* Los enunciados empíricos singulares (los que se refieren a la subclase de hechos que llamamos "experiencia") son deducibles de hipótesis que pueden llamarse "leyes$_3$". Estas últimas proposiciones son las herramientas de la predicción; contienen variables (ligadas), tales como el tiempo, y/o constantes descriptivas que resumen ítems de información específica (tal como los precios del trigo de un año dado).

7) *La legalidad de las leyes.* Los enunciados nomológicos (leyes$_2$) encuadran en ciertos esquemas generales que pueden denominarse "leyes". La exigencia (inadecuada) de que todas las leyes debieran ser expresables como ecuaciones diferenciales, y el principio (plausible) de covariancia pertenecen a esta clase de proposiciones (o, mejor, de propuestas). Pueden considerarse como prescripciones metodológicas y/o como suposiciones ontológicas.

Dado que *siete* es un número célebre por sus propiedades, podemos terminar en este punto nuestra tentativa de caracterizar la ciencia en términos de los diversos significados de la palabra "ley", multiplicidad semántica que ha originado famosos embrollos.

Filosofar científicamente y encarar la ciencia filosóficamente*

* Clase inaugural del curso de Filosofía de la Ciencia en la Facultad de Filosofía y Letras. Buenos Aires, 5 de abril de 1957.

1. Lugar de la epistemología en la universidad argentina

Es fácil advertir cuán modesto es el lugar que actualmente ocupa la filosofía de la ciencia en nuestras universidades. Si se exceptúan los pintorescos cursos de "epistemología de la ingeniería" de años recientes, la filosofía de la ciencia se enseña solamente en las facultades de filosofía, y en éstas no ocupa un lugar importante. ¿Qué importancia puede dársele a uno de los pocos cursos de filosofía sistemática que figuran en un plan de estudios que parece confeccionado a la medida de especialistas en filosofía grecorromana y medieval? ¿Qué importancia puede tener un único curso de filosofía de la ciencia, comparado con todos los cursos de filosofías y de lenguas muertas? Es una de tantas materias, acaso la más humilde de todas.

Tan poca importancia se le asigna a la filosofía de la ciencia en nuestra universidad, que el estudiante es lanzado a ella inerme. No se lo dota, por ejemplo, de nociones científicas de nivel universitario; no se lo equipa con las herramientas de la lógica moderna y del análisis lógico del lenguaje; ni siquiera se le exige un conocimiento suficiente del inglés, del alemán y del francés. Es cla-

ro que a menudo se hallaba consuelo en la circunstancia de que tampoco se exigían estos requisitos elementales a quienes enseñaban la materia o simulaban hacerlo.

La filosofía de la ciencia está arrinconada en el plan de estudios y, en general, en el panorama filosófico del país. Entre nosotros no se considera deseable que el filósofo se inspire en el modo de proceder del científico, quien comienza por los hechos, luego los describe y más tarde formula hipótesis y construye teorías para explicarlos; después deduce de ellas conclusiones particulares verificables, recurre eventualmente a nuevas observaciones o a nuevos cálculos, y contrasta sus conclusiones con estos resultados; y, finalmente, si lo halla necesario, corrige sus conjeturas sin compasión. Este severo carácter autocorrectivo de la investigación científica no suele estimarse superior al carácter oracular habitual en la filosofía tradicional, la que no siempre titubeaba en formular conjeturas sin fundamento y sin verificación.

Entre nosotros apenas se considera interesante la riquísima problemática filosófica que suscita la ciencia: para algunos, dicha problemática es demasiado estrecha, para otros demasiado árida, y para la mayoría de los filósofos y de los científicos ella apenas existe: se cree vulgarmente, en efecto, que la ciencia carece de problemas filosóficos y que no es más que una máquina de buscar datos. Entre nosotros suele encontrarse más cómodo adoptar una postura especulativa y de desprecio por los hechos y por la razón que adoptar una

actitud crítica fundada en los hechos y que haga pleno uso de los instrumentos de la razón: es más fácil proclamar la bancarrota de la razón y las limitaciones de la ciencia, anunciando que se está en posesión de fórmulas definitivas, o bien de una peculiar intuición que ahorraría el trabajoso camino de la investigación. Se busca la explicación última de todas las cosas sin atender a las explicaciones provisionales y perfectibles de la ciencia.

¿A qué se deben el descuido de la epistemología y el desdén por la actitud científica entre nosotros?

2. Algunos de los motivos del atraso de la epistemología en Latinoamérica

La epistemología apenas se cultiva en Latinoamérica, y ni siquiera goza en ella de buena reputación. La reputación ambigua de la epistemología en estas tierras parece deberse, entre otros, a los siguientes motivos:

a) En nuestro medio aún no se ha difundido la noticia de que la ciencia se está convirtiendo en el núcleo de la cultura moderna; ni suele estimarse que para filosofar con sentido, rigor y fruto en pleno siglo XX sea necesario estar al corriente de las grandes conquistas y de los grandes problemas de la ciencia, así como adoptar una actitud científica ante los problemas filosóficos.

b) Durante el último medio siglo han proliferado en Europa, y se han exportado a Latinoamé-

rica, las corrientes irracionalistas. Al negarse la razón y exaltarse en su lugar la intuición, al rechazarse el dato fundado y abrazarse el mito, se niega la ciencia, que es un enfoque racional del mundo; y por consiguiente se niega la epistemología que es la teoría de ese enfoque racional de los hechos materiales y espirituales. En algunos países, el irracionalismo moderno puede interpretarse como síntoma de decadencia social; en nuestra América, tan necesitada de razón, esa mercancía importada goza de gran consumo porque es el complemento intelectual del analfabetismo y del atraso técnico y científico. El irracionalista europeo puede tolerar la ciencia a condición de que no conforme la visión del mundo: la *Weltanschauung* ha de seguir siendo mítica y no científica, pues quien conoce algo acerca del reloj del mundo puede pretender corregir su atraso. Entre nosotros, la prédica irracionalista es menos compleja: es el complemento filosófico de las pretensiones por retornar a la colonia, a la economía pastoril, a la cultura tradicional de corte predominantemente histórico-literario. No es dable esperar estímulos a la investigación epistemológica en un medio donde las corrientes oscurantistas gozan de mayor prestigio y poder que las iluministas, en un medio donde se habla más de la pretendida crisis de la ciencia que de sus éxitos.

c) El nivel científico de Latinoamérica es bajo, aunque sube rápidamente. Tenemos un notable déficit de científicos: necesitamos con angustiosa urgencia matemáticos, físicos, químicos, biólogos,

psicólogos y sociólogos que contribuyan a la explotación racional de nuestras riquezas, a suplir nuestras deficiencias económicas y a superar la etapa de la cultura colonial. ¿Cómo asombrarse de que entre los escasos científicos latinoamericanos, recargados de tareas de toda índole, no haya surgido un número ponderable de epistemólogos? Presumiblemente, a lo sumo diez de cada cien científicos suelen tener inquietudes filosóficas, y de estos diez apenas uno se resuelve a encararlas de manera sistemática. En países cuyos científicos puros no llegan a mil, apenas puede esperarse que haya diez epistemólogos.

d) Los filósofos de tipo tradicional no son los únicos escépticos acerca de la utilidad de la epistemología: también la mayoría de los científicos suelen considerarla pasatiempo de profesores jubilados o de discutidores sin prisa por alcanzar resultados "positivos". Es un hecho que, hasta hace una veintena de años, casi todos los científicos que abordaban cuestiones filosóficas lo hacían al promediar su carrera o al terminarla. Este fenómeno no se debe solamente a la información unilateral que suele recibir el especialista: en parte se debe a que, para poder advertir la existencia de problemas filosóficos en el seno mismo de una especialidad científica, y para dedicarse a abordarlos, se necesita adquirir cierta experiencia y despojarse, así sea transitoriamente, de la prisa juvenil que reclama la obtención de resultados inmediatos aun a costa de la profundidad de su comprensión. Esta prisa es particularmente justifica-

ble entre nosotros: nuestros científicos, en su mayoría jóvenes, tienen aguda conciencia de que América latina no terminará de incorporarse al mundo culto mientras la aventura bélica, política y deportiva gocen en ella de mayor prestigio y protección que esa estupenda aventura intelectual que es la ciencia. Pero tarde o temprano nuestros investigadores advertirán —como les ha ocurrido a casi todos los científicos de primera línea— que quien encuentra grandes soluciones es quien enfoca los problemas con más amplitud, quien adopta una actitud filosófica ante la ciencia, es decir, quien sitúa el problema dado en su contexto más amplio y está dispuesto a revisar los fundamentos mismos de las teorías o de las técnicas. Así nació la ciencia moderna y así se renovó en el curso del último siglo.

Todas estas circunstancias contribuyen a crear un clima poco propicio para la investigación epistemológica. Afortunadamente, todas ellas son sólo aspectos de nuestra inmadurez económico-social y cultural; por lo tanto, es dable predecir que habrán de extinguirse a medida que nos desarrollemos.

Pero ya es hora de averiguar qué se entiende por "epistemología".

3. *Filosofía y ciencia*

Cuando decimos "Filosofía y ciencia", el signo "y" puede significar la afirmación simultánea de ambos términos, o bien una relación cualquiera

entre ellos. Si queremos ser más precisos, debemos recurrir, no ya a una conjunción, sino a las preposiciones, por figurar éstas entre los equivalentes lingüísticos de las relaciones lógicas. Juguemos, pues, un rato con las preposiciones, como una de las maneras de averiguar el nombre más correcto de nuestra disciplina.

Empecemos por "de". Si decimos "filosofía *de* la ciencia", damos a entender que se trata del examen filosófico de la ciencia: de sus problemas, métodos, técnicas, estructura lógica, resultados generales, etc. Y así es: de todo esto se ocupa la epistemología; pero también de algo más. Probemos "en". Por "filosofía *en* la ciencia" —o, más exactamente, "filosofía *de* la filosofía *en* la ciencia"— debiéramos entender, quizás, el estudio de las implicaciones filosóficas de la ciencia, el examen de las categorías e hipótesis que intervienen en la investigación científica, o que emergen en la síntesis de sus resultados. Por ejemplo, las categorías de materia, espacio, tiempo, transformación, conexión, ley y causación; e hipótesis tales como "La naturaleza es cognoscible", o "Todos los sucesos son legales". De acuerdo: también de esto se ocupa la epistemología; y sin embargo no basta. ¿Qué nos dirá la expresión "filosofía *desde* la ciencia"? Sugiere que se trata de una filosofía que hace pie en la ciencia, que ha sustituido la especulación sin freno por la investigación guiada por el método científico, exigiendo que todo enunciado tenga sentido y que la mayoría de las aseveraciones sean verificables.

Y ¿qué designa "filosofía *con* la ciencia"? Esta expresión sugiere —ambiguamente— que se trata de una filosofía que acompaña la ciencia, que no se queda detrás de ella, que no especula sobre el ser y el tiempo al margen de las ciencias que se ocupan de los distintos tipos de ser y de acaecer: que es, en suma, una disciplina que no emplea conocimientos anacrónicos ni trata de forzar puertas ya abiertas. Examinemos, por último, la expresión "filosofía *para* la ciencia". Sugiere una filosofía que no se limita a nutrirse de la ciencia, sino que aspira a serle útil, al señalar, por ejemplo, las diferencias que existen entre la definición y el dato, o entre la verdad de hecho y la proposición que es verdadera o falsa independientemente de los hechos: será ésta una filosofía que no sólo escarbe los fundamentos de las ciencias para poner en descubierto las hipótesis filosóficas que ellas admiten en un momento dado, sino que además aclare la estructura y función de los sistemas científicos, señalando relaciones y posibilidades inexploradas.

Todo eso es, en efecto, la epistemología: filosofía *de*, *en*, *desde*, *con* y *para* la ciencia. Para ser equitativos con las cinco preposiciones, convengamos en no emplear ninguna de ellas, eligiendo en cambio un término único que posea todos esos significados. ¿Por qué no *epistemología*, que etimológicamente significa teoría de la ciencia? O ¿por qué no *metaciencia*, que significa ciencia de la ciencia? Cualquiera de estas denominaciones tiene la ventaja de que no reduce el ámbito de la

disciplina en cuestión a un capítulo de la teoría del conocimiento, sino que permite abarcar todos los aspectos que pueden presentarse en el examen de la ciencia: el lógico, el gnoseológico y eventualmente el ontológico.

Pero ¿no podríamos proseguir el juego con otras preposiciones, tales como "contra", "sobre" o "bajo"? Es verdad, éstas sirven para caracterizar otras tantas relaciones posibles entre la filosofía y la ciencia; pero veremos que no son adecuadas. En efecto, "filosofía *contra* la ciencia" es toda filosofía irracionalista o aquella que, sin serlo del todo, es enemiga del método científico.

Aunque escasas y escuetas, hay, sin embargo, filosofías de la ciencia que niegan extensión y valor a la ciencia o la amputan radicalmente, y que además no encaran los problemas de la ciencia de manera científica o siquiera inteligible. Una epistemología que no sea parasitaria, sino que se esfuerce por ser útil a la ciencia, debe empezar por respetarla, aunque no necesariamente con servilismo, ya que la ciencia siempre puede aprender de la crítica filosófica fundada. Quien filosofa contra la ciencia o aun al margen de ella, imita a los escolásticos que rehusaban mirar por el anteojo astronómico de Galileo.

En cuanto a las preposiciones "sobre" y "bajo", al enlazar los términos "filosofía" y "ciencia", sirven para designar concepciones muy estrechas del lugar y de la función de la epistemología. Si decimos "filosofía *sobre* la ciencia", significamos una ciencia superior en valor y poder a las cien-

cias particulares: una *scientia rectrix* con tales pretensiones de rectoría que los científicos se burlan de ella y con razón, pues la investigación científica no tolera ucases. Por su parte la expresión "filosofía *bajo* la ciencia" sugiere la posición inversa, de dependencia unilateral de la filosofía respecto de la ciencia: es éste un error que los epistemólogos no cometen en los hechos, aunque a veces lo proclaman como la más excelsa de las virtudes epistemológicas. La filosofía de la ciencia no sólo comporta el examen de los supuestos filosóficos de la investigación científica, sino que tiene derecho a una elaboración creadora en un nivel diferente del científico aunque reposa sobre él: el nivel metacientífico.

No hay pensador más entremetido que el epistemólogo: hoy señala una hipótesis filosófica oculta en un sistema teórico, mañana le discutirá al científico el derecho a usar cierta categoría en determinado contexto, y pasado mañana propondrá una teoría sobre determinada clase de conceptos o de operaciones de la ciencia. La epistemología no está por encima ni por debajo de la ciencia: está a la vez en la raíz, en los frutos y en el propio tronco del árbol de la ciencia. Es necesario distinguir los problemas metacientíficos de los científicos, pero no hay por qué inventar un abismo que los separe: acaso no exista problema científico que no suscite problemas filosóficos, ni problema filosófico que pueda abordarse con esperanza de éxito si no es adoptando una actitud científica.

Algunos filósofos carentes de formación científica son culpables de las filosofías de la ciencia que son anticientíficas o por lo menos acientíficas, del mismo modo que los científicos sin formación filosófica suelen ser los creyentes más fervorosos en la existencia de *la* filosofía de la ciencia, que a menudo es aquella que han aprendido en el libro de epistemología con que se han cruzado. No existe *la* filosofía de la ciencia en cuanto teoría única: apenas hay intentos, si bien cada vez más serios, por "cientificizar" la epistemología y, en general, la filosofía. La situación imperante en este dominio recuerda a la reinante en la física antes de la síntesis newtoniana, o en la biología antes de la síntesis darwiniana: hay muchos resultados dispersos que rompen los moldes caducos de las distintas escuelas, resultados que será preciso ir integrando, cortando para ello las alambradas de púas tendidas entre las escuelas que han hecho contribuciones positivas a la filosofía científica de la ciencia. Quienes emprendan la labor de podar las ramas secas, desarrollar las verdes y coordinarlas en sistemas coherentes —pero transitorios—, cumplirán la misión del *sinoptikós* de Platón. Pero no lo harán ya al margen de la ciencia, no lo harán ignorando el saber moderno, sino que se fundarán sobre él. Toda época ha intentado integrar los conocimientos; nuestra época, la era de la ciencia, intenta integrar conocimientos más o menos verificados, pero no pretende elaborar síntesis cristalizadas.

4. Disciplinas contiguas a la epistemología

Si uno de los cometidos del epistemólogo es analizar la estructura lógica de las teorías científicas, entonces la lógica es una de sus herramientas de trabajo. Naturalmente, el epistemólogo se servirá de la lógica de su siglo, sin ser necesariamente un especialista en ella, del mismo modo que el biólogo emplea la física de su siglo sin ser él mismo físico. Y la lógica de nuestro tiempo —me refiero a la lógica científica— se compone, esencialmente, de la lógica simbólica, o logística, y de la lógica inductiva o de la inferencia probable. El epistemólogo que ignore la lógica formal moderna podrá confundir expresiones del tipo "Sócrates es mortal" con las del tipo "Sócrates fue maestro de Platón". Y quien ignore la existencia de la lógica de la inferencia no demostrativa, no advertirá las diferencias existentes entre el proceso constructivo de una teoría científica y su posterior reordenamiento racional.

Algo similar puede decirse de la semiótica o ciencia de los signos —y en particular de los lenguajes—, en la que caben la sintaxis o teoría de las relaciones entre los signos, la semántica o teoría de las relaciones entre los signos y aquello que designan, y la pragmática o teoría del uso de los signos. Dado que toda ciencia emplea signos, el epistemólogo hará bien en emplear los resultados de la semiótica al analizar el lenguaje de la ciencia. Pero no exageremos. Aunque hay quienes sos-

tienen que la filosofía de la ciencia es sólo lógica de la ciencia o a lo sumo análisis sintáctico y semántico del lenguaje científico; y aunque los formalistas afirman que el epistemólogo sólo debe interesarse por la estructura lógica de las teorías acabadas, es un hecho que las ciencias de la realidad no sólo trabajan con conceptos, sino también con cosas, tanto naturales como artificiales. Siendo los actos del científico tan importantes como su pensamiento, la epistemología no debiera limitarse a la lógica y el lenguaje de la ciencia: no debiera ser sólo teoría de teorías, sino también teoría de actos, es decir, metodología y no sólo metateoría. Por consiguiente, la lógica y la teoría de los signos son herramientas importantes del epistemólogo, pero no las únicas.

Muchos epistemólogos hallan tan interesante y fructífero el estudio del proceso de descubrimiento e invención como el de la exposición y justificación de los resultados. Más aún, la historia de la ciencia, si en ella se incluye la más reciente, es nada menos que la proveedora de la materia prima de la epistemología. ¿Por qué ha de interesar la dinámica de la ciencia menos que su estática? Rara vez un interés profundo por las ideas y los actos no lleva a inquirir sobre sus orígenes y desarrollo. Todavía más: la filiación histórica de unas y otros ayuda a comprenderlos. Así como el estado actual de una especie biológica no se entiende adecuadamente si no es como etapa de un proceso, así tampoco se entiende acabadamente el quehacer científico si sólo se pone atención en sus

resultados. Muchos de los esfuerzos del científico del pasado parecen tontos, y milagrosos los éxitos del moderno, si no se los ubica en su contexto histórico. Quien sostiene que el epistemólogo sólo debe ocuparse de la estructura lógica y —de haberlo— del fundamento empírico de las teorías acabadas, adopta una actitud fijista que lleva a petrificar los resultados, a olvidar que todos ellos son aproximados y perfectibles. Si se desea estudiar en forma cabal una transformación —y la ciencia es cambiante en grado sumo— es menester adoptar una actitud transformista capaz de captar la dinámica de la averiguación científica.

Otro tanto puede decirse de la historia de la filosofía: a menudo se supone que el epistemólogo nada tiene que aprender de los filósofos del pasado, quienes no habrían hecho sino apilar error sobre error. Quien adopta esta actitud arrogante ante sus antecesores se expone a descubrir la pólvora en el mejor de los casos, y la piedra filosofal en el peor. Además, desdeña una de las fuentes de la actividad científica y, a la vez, uno de sus principales resultados, a saber, ciertos principios filosóficos referentes a la realidad en su conjunto, al conocimiento en general, etc. Estos principios participan —habitualmente en forma implícita— de la investigación científica, aunque sólo sea porque intervienen en la visión del mundo del investigador. La adopción de una actitud científica en filosofía, y el tratamiento riguroso de problemas metacientíficos, no implica desdeñar la totalidad de la filosofía tradicional; implica, más bien, abordar

íntegramente su problemática, pero ahora sobre la base de los conocimientos científicos actuales y de las técnicas filosóficas actuales. Desde luego el epistemólogo científico desestimará ciertos problemas tradicionales por considerarlos meros enredos verbales, y concederá a otros problemas mucha menor importancia de la que tuvieron en el pasado. Pero, en compensación, abordará problemas acerca de cuyo solo enunciado no podían tener idea sus antecesores, tales como la estrategia de la experimentación, o las relaciones entre la probabilidad y la frecuencia, o la técnica de la construcción de teorías. El epistemólogo, en suma, no tiene por qué fingir que ha cortado todo vínculo con el pasado, ya que sobre el pasado se encarama, por radicales que sean las novedades que enuncia; si no quiere recaer en viejos errores, se esforzará por asimilar el pasado en lugar de desdeñarlo.

El epistemólogo que descuida o desdeña la historia de las ideas científicas y filosóficas adopta una postura tan altanera y cerrada como la del historiador de la filosofía que ignora la existencia de la filosofía de la ciencia o la confunde con el movimiento negador o retaceador de la ciencia. El fijista que ignora la historia de las ideas suele tomar por definitiva la teoría más reciente, rodeándola de un caparazón escolástico que más tarde podrá dificultar su desarrollo interno y su crítica epistemológica. Así ocurrió con la mecánica de Newton, así ocurre con la mecánica cuántica. Al proceder de esta manera, lejos de ser útil al pro-

greso científico, el epistemólogo fijista podrá llegar a obstaculizarlo. Además, el fijista —que se priva nada menos que de contemplar la formación y el desarrollo de los conceptos— suele caer en la tentación de filosofar acerca de una ciencia atemporal, perfecta, inexistente, imitando así al metafísico que inventa un "ser" inmutable e inaccesible, allende el acaecer ordinario. La epistemología, en suma, sin confundirse con la historia de las ideas y de las prácticas de la ciencia y de la filosofía, debe hacer uso de ellas, para poder ubicar su objeto en su contexto histórico.

Los empiristas tradicionales buscaban el significado de las ideas en sus raíces psicológicas: creyendo hacer filosofía hacían psicología del conocimiento. Los materialistas vulgares encontraban el significado de las ideas en su correlación con el medio natural y social en que ellas nacen y se desarrollan: creyendo hacer filosofía hacían sociología del conocimiento. La psicología y la sociología del conocimiento son o aspiran a ser ciencias particulares; no forman parte de la epistemología, aunque a menudo se las confunde con ésta, porque las tres hablan *sobre* la ciencia. Mientras la psicología de la ciencia estudia el correlato psíquico del concepto y del acto del científico; y mientras la sociología de la ciencia estudia la función social de la ciencia y eventualmente la responsabilidad social del científico, la filosofía de la ciencia, por su parte, se ocupa de los aspectos lógicos, gnoseológicos y ontológicos de la ciencia, y no del comportamiento individual o social del investigador científi-

fico. Sin embargo, sería miope el epistemólogo que no aprovechase las conclusiones que le brindan la psicología y la sociología del conocimiento, pues ellas le permiten ubicar y comprender más adecuadamente su objeto.

Las disciplinas que hemos mencionado —la epistemología, la lógica, la teoría del lenguaje, la historia de la ciencia y de la filosofía, y la psicología y la sociología de la ciencia— se esfuerzan por saber qué es el saber. Por consiguiente, aunque difieren, distan de ser ajenas entre sí: cada una de ellas ilumina una faceta de un mismo objeto: el saber verificable.

5. *Ciencias y humanidades*

Apenas se discute ya que la ciencia es lo que distingue la cultura contemporánea de las anteriores. No sólo es el fundamento de la tecnología que está dando una fisonomía inconfundible a nuestra cultura material, sino que de continuo absorbe disciplinas que otrora fueron artísticas o filosóficas: ayer, la antropología, la psicología y la economía; hoy, la sociología y la historia; mañana, quizá, la estética y la ética. Además, la concepción del mundo del hombre contemporáneo se funda, en medida creciente, sobre los resultados de la ciencia: el dato reemplaza al mito, la teoría a la fantasía, la predicción a la profecía. La cultura social y la personal se tornan, en suma, cada vez más científicas. Hace un siglo, quien ignoraba *La*

Ilíada era tildado de ignorante. Hoy lo es, con igual justicia, quien ignora los rudimentos de la física, de la biología, de la economía y de las ciencias formales. Con razón, porque estas disciplinas nos ayudan mejor que Homero a desenvolvernos en la vida moderna; y no sólo son más útiles, sino que también son intelectualmente más ricas.

Semejante actitud no implica desdén para con las artes y las llamadas humanidades; no significa que sea digno de admiración el especialista que permanece insensible a la belleza o que menosprecia la investigación filológica. Lo criticable es que, en el siglo de los mayores avances sociales y de la energía nuclear, se siga sosteniendo que la literatura y la crítica literaria deben seguir siendo el eje de la cultura o por lo menos la base de la formación cultural. Modernicemos el concepto de humanidades y equilibremos los diversos ingredientes de la educación, ofreciendo las posibilidades de una educación integral y actual. Si la vida no es ni debe ser puro goce, y si la cultura no es ni debe limitarse a ser comentario de textos, entonces es preciso que renovemos las ideas acerca del lugar que deben desempeñar las artes y las humanidades en la educación moderna. Sostener que el goce estético y la educación para refinarlo deben ocupar un lugar más importante que la búsqueda de la verdad, de la utilidad y del bien social, no es hoy signo de cultura refinada, sino de incultura, de egoísmo, de frivolidad propia de salones victorianos.

¿Cómo es posible seguir sosteniendo que la ciencia y la filosofía de la ciencia son áridas, inhu-

manas o deshumanizadas, siendo por ello preciso dulcificarlas y dignificarlas mediante una dosis de las llamadas humanidades? ¿Acaso las teorías científicas y metacientíficas se encuentran en la naturaleza, para que pueda tildárselas de inhumanas? ¿No son acaso creaciones humanas, que suelen costar un esfuerzo de imaginación y de concepción mayor que la mayoría de las obras literarias y de crítica literaria? ¿Acaso las obras científicas y metacientíficas no emplean, además de elementos sensibles y del lenguaje diario, almacenes de experiencias, instrumentales conceptuales y lenguajes enormemente más ricos que los que usa el escritor? Consúltese cualquier revista científica y se advertirá cuán ardorosa —aunque controlada— es la imaginación requerida para inventar una teoría, o para hacer un cálculo aproximado, o para diseñar un instrumento. Sólo cree que la ciencia es pobre en concepto y en imágenes, y que la investigación científica carece de poesía, quien tiene pobres informaciones acerca de la vida de la ciencia. Junto con la filosofía, ella constituye la más rica creación del espíritu. ¿Por qué, entonces, oponer las humanidades a las ciencias, como si éstas fuesen menos humanas que aquéllas, y como si no fuesen precisamente las ciencias las que alcanzan el conocimiento más profundo y adecuado del hombre? Dígase más bien que las ciencias y las llamadas humanidades no son antagónicas sino complementarias, aun reconociendo que en la época contemporánea el centro de la cultura se desplaza de las humanidades a las ciencias.

¿Cómo lograr eficazmente la integración de la ciencia y de las humanidades en la enseñanza universitaria? La solución que suele ofrecerse en algunos países consiste en agregar trabajos de laboratorio al plan de estudios de las humanidades, y literatura al plan de estudios de ciencia. No debe asombrar que esta solución sumista fracase: lo que se agrega se considera materia "blanda", que se tolera y estudia a desgano, sin que deje rastros. No se logra una reorientación de los estudios universitarios y de la mentalidad de los estudiantes con el mero agregado de cursos. Si lo que se busca es una síntesis, debe ensayarse una solución integradora y no aditiva. ¿Por qué no ensayar el cultivo de una *actitud filosófica* en las ciencias naturales y sociales, y de una *actitud científica* en la filosofía y en las llamadas humanidades? No hay por qué buscar la ciencia fuera de las humanidades, cuando lo que se requiere es encararlas en forma científica: ni hay por qué buscar la filosofía fuera de la ciencia, cuando se sabe que ésta posee sustancia filosófica.

La epistemología es terreno particularmente adecuado para advertir la integración de la ciencia, de la filosofía y de las humanidades, y para promoverla. La epistemología se ocupa de los fundamentos y procedimientos de todas las ciencias, desde la geología hasta la lingüística; la epistemología muestra que la ciencia moderna es una actividad eminentemente espiritual, sirviéndose de la manualidad como de un medio. No es difícil mostrarle al estudiante de ciencia que el quehacer

científico no es ajeno al espiritual, ya que se propone edificar sistemas de ideas; que, por añadidura, estos sistemas de ideas suponen hipótesis filosóficas y conducen al establecimiento de otras; y que toda ciencia plantea, a su vez, arduos problemas a la historia de las ideas, a la sociología y a otras disciplinas que suelen o solían considerarse humanísticas. No es necesario inyectarle humanidades al científico; basta mostrarle que su propia ciencia las incluye o está relacionada con ellas. Exíjasele precisión conceptual al estudiante de ciencias y terminará esforzándose por afilar su lógica y por pulir su expresión literaria; muéstresele el valor intrínseco y social de la ciencia y convénzaselo de que es conveniente la transparencia lógica de los edificios teóricos para saber cómo repararlos o ampliarlos: de esta manera aprenderá a reconocer en su ciencia bastante más que el estudio de una determinada clase de objetos.

No conseguiremos que el científico sea un hombre culto obligándolo a estudiar temas que no le interesan. Estimulémoslo, en cambio, a que advierta la raíz gnoseológica y la armazón lógica de su especialidad; habituémoslo a que repare en las conexiones de su especialidad con las demás disciplinas; acostumbrémoslo a la idea de que su materia tiene un pasado y una función social, de la que en gran parte depende su futuro. Para conseguir todo esto lo más eficaz son las oportunas acotaciones del propio instructor de ciencias; pero como en todas partes son contados los profesores de ciencias que poseen información filosófica e histórico-

social, conviene ensayar cursos especiales de filosofía y de historia de la ciencia. A la luz de estas disciplinas, el especialista y el aprendiz de especialista comprenden que la filosofía y las llamadas humanidades no son del todo exteriores a su materia, y al advertirlo se esforzarán por profundizar en estas dimensiones extracientíficas de su especialidad. Así, insensiblemente, se convertirá en un especialista culto. En cambio, del especialista que niega resueltamente que su ciencia tenga relación con la filosofía, de quien se desinteresa totalmente de la estructura lógica, de la evolución histórica o de la función social de su propia especialidad, de éste no puede decirse que sea un hombre culto aun cuando lea novelas o visite exposiciones de pintura. Será tan inculto por desechar todo el saber acerca de lo que a él le interesa saber, que ignorará qué es su propia ciencia.

6. Los estudios epistemológicos en la formación del científico

Hay, sin embargo, quienes piensan que, aunque el científico cobre conciencia de las implicaciones y proyecciones no científicas de su propio trabajo, no por ello será más eficaz en su especialidad: conceden que será más culto y que por consiguiente vivirá una vida más racional y más rica, pero arguyen que, en cambio, no descubrirá ni inventará más ni mejor, sino al contrario, pues se distraerá con las lecturas y meditaciones

marginales a su especialidad. Esta difundida opinión refleja, sin duda, una preocupación responsable por ahorrar desvíos inútiles, pero no ha sido compartida por los grandes maestros del pensamiento científico, y es más bien típica de quienes toman los instrumentos por fines.

El estudiante de ciencias o el científico que alguna vez dedique una parte de su tiempo a estudios epistemológicos podrá obtener de éstos algunos de los siguientes beneficios:

a) no será prisionero de una filosofía incoherente y adoptada inconscientemente; podrá entonces corregir, sistematizar y enriquecer las opiniones filosóficas que de todas maneras integran su visión del mundo;

b) no confundirá lo que se postula con lo que se deduce, la convención verbal con el dato empírico, la cosa con sus cualidades, el objeto con su conocimiento, la verdad con su criterio, y así sucesivamente. Esto le ahorrará buscar demostraciones de definiciones, le impedirá confundir prueba lógico-matemática con verificación empírico-lógica y lo ayudará a sopesar el soporte empírico de las teorías; no confundirá materia con masa ni atribuirá masa a toda cantidad de energía; no tomará "precedencia" ni "predictibilidad" por "causalidad", y no reducirá la explicación científica a su especie causal. En general, se esforzará por entender los términos que emplea, tal como se esforzaron, antes que él, los científicos con mentalidad filosófica que construyeron la ciencia moderna;

c) se habituará a explicar las suposiciones e hipótesis, lo que le permitirá saber qué es lo que hay que corregir cuando la teoría no concuerda satisfactoriamente con los hechos;

d) se acostumbrará a ordenar sistemáticamente las ideas y a depurar el lenguaje; se habituará, en suma, a buscar la coherencia y la claridad;

e) afilará su bisturí crítico: la meditación epistemológica, al habituarse a exigir pruebas, es buen preventivo del dogmatismo;

f) el científico con alguna formación epistemológica podrá mejorar la estrategia de la investigación, al proceder con mayor cuidado en el planeamiento de los experimentos o de los cálculos y en la formulación de las hipótesis, así como en la evaluación de las consecuencias de unos y otras. La epistemología ciertamente no ayuda a medir ni a resolver ecuaciones, pero en cambio ayuda a ubicar estas operaciones en el proceso de la investigación;

g) su atención se desplazará del resultado al problema, de la receta a la explicación, de la ley empírica a la ley teórica. Ninguna teoría de contenido fáctico lo satisfará en forma definitiva: siempre encontrará alguna objeción que hacerle. El estudio de la epistemología, al tornarlo protestón, podrá estimularlo a explorar nuevos territorios;

h) la filosofía y la historia de la ciencia lo acostumbrarán a considerar la marcha de la ciencia, no como un desarrollo meramente aditivo, sino como un proceso en que cada solución plantea

nuevos problemas, en que viejas hipótesis desechadas por un motivo pueden volver a cobrar interés por otro motivo, y en que cada problema tiene varias capas y, por lo tanto, varios niveles de solución. En cambio, para quien no enfoca la ciencia con una actitud filosófica e histórica, toda fórmula científica es trivial en cuanto a manejarla, y la teoría más reciente es la definitiva o por lo menos la penúltima. ¿No hay textos que califican de evidentes los principios de Newton, y no hay científicos que esperan con impaciencia *la* teoría futura?;

i) se ampliará su horizonte, al enriquecerse el surtido de relaciones lógicas y de posibilidades de interpretación;

j) obrará con cautela cuando tantee terreno nuevo: extremará las exigencias de la verificación, dudará del valor de los datos empíricos que encajen en teorías endebles —o al menos los pondrá en cuarentena— y no dejará que los detalles le oculten lo esencial. Pero no por ello perderá coraje: antes bien, sentirá respeto por las teorías consagradas, aunque no reverencia por ellas. Así como no hay gran hombre para su *valet* tampoco hay teoría intocable para el científico que adopta una actitud filosófica, pues ve a la ciencia, por así decirlo, en pantuflas.

Por todos estos motivos conviene al desarrollo de la ciencia que los instructores de ciencia llamen la atención sobre los problemas filosóficos y las raíces históricas de las cuestiones científicas; por los mismos motivos conviene incluir el estudio

de la filosofía y de la historia de la ciencia en los planes de estudio de las diversas ciencias particulares. Con ello no se agregarán conocimientos específicos acerca del mundo, pero sí se facilitará la correcta comprensión, profundización, ordenación y evaluación de dichos conocimientos. El científico o estudiante de ciencias que dedique alguna atención a este género de estudios no se distraerá necesariamente, sino que recibirá estímulos para encarar su tarea con mayor profundidad y responsabilidad, y hasta con más amor: advertirá que su trabajo es más complejo, más importante y hasta más bello de lo que había creído. Desde luego, existe el peligro de que alguno se pase al campo de la epistemología o al de la historia de la ciencia. ¡Enhorabuena si lo hace! ¿No protestamos acaso por la escasez de filósofos e historiadores de la ciencia que conocen el objeto de sus estudios?

7. El aprendizaje y la enseñanza de la epistemología

Si no es difícil lograr que el estudiante de ciencias llegue a adoptar una actitud filosófica ante su propia especialidad, es de temer en cambio que, en las condiciones actuales, no sea fácil inducir a los estudiantes de filosofía a que adopten una actitud científica. En primer lugar, es la inmadurez de la propia epistemología la que torna su estudio accidentado. En segundo lugar, porque nuestros estudiantes no han sido preparados

para adoptar una actitud científica sino para lo contrario: salvo excepciones, se les ha inculcado indiferencia y a veces desprecio por la ciencia, y no se les ha dado la formación científica indispensable para abordar con profundidad el estudio de la epistemología.

¿Es posible que existan estudiantes de preceptiva literaria que no sepan leer y escribir? No, porque se trata de una disciplina que versa *sobre* el lenguaje escrito y por lo tanto lo presupone. Y nadie haría caso de un analfabeto que pretendiera enseñarla. En cambio, entre nosotros no provoca asombro y escándalo el que se enseñe filosofía de la ciencia a estudiantes que, en el mejor de los casos, sólo están equipados con los recuerdos de las nociones científicas elementales que aprendieron en la escuela secundaria. Y han sido, contados los que, en nuestro medio, se han escandalizado de que hubiese audaces que simularan enseñar filosofía de la ciencia sin haber hecho jamás investigación científica, sin siquiera haber estudiado ciencias en el nivel universitario. Esto no ocurre, desde luego, en los centros culturales avanzados, donde la epistemología es enseñada por personas que investigan o han investigado en algún campo de la ciencia, a alumnos que poseen una preparación científica de nivel universitario. No se conoce otra vía para alcanzar un conocimiento adecuado del objeto mismo de la epistemología.

Ni siquiera basta tener nociones sobre la ciencia clásica si se quiere filosofar con provecho sobre la ciencia actual. Para hacer filosofía de la

ciencia viva, para hacer epistemología útil a la ciencia, para poder detectar y abordar la problemática filosófica suscitada por la investigación científica que se está haciendo ante nuestra vista, es necesario —aunque ciertamente no es suficiente— tener un conocimiento de primera mano de esa misma ciencia actual. Y esto no le es dado, en toda su amplitud, a un solo individuo. Por esto, la epistemología como cualquier otra rama del saber y acaso más que otras, es una empresa colectiva, a la que contribuyen numerosos especialistas, filósofos de la lógica, de la matemática, de la física, de la biología, de las ciencias socio-históricas, etcétera.

La filosofía de la ciencia que no es enseñada por científicos a estudiantes que poseen una formación científica discreta, tiene mucho de farsa. Es hora de que el estudio de la epistemología cobre entre nosotros la seriedad que lo caracteriza en otras partes. Es hora de facilitar, a quienes deseen estudiarla con seriedad, los instrumentos lógicos, semióticos y científicos necesarios. Esta reforma es propugnada, entre nosotros, por la novísima Agrupación Rioplatense de Lógica y Filosofía Científica. Mientras ello no llegue, será conveniente que alumnos y profesores extrememos la modestia ante las ciencias que hayamos de examinar, tratando de entender sus rudimentos antes de criticarlas.

Para facilitar el aprendizaje científico previo a cualquier consideración epistemológica seria, se contará con la colaboración de científicos y estu-

diantes de ciencias, quienes estarán a disposición de los estudiantes de epistemología y, a su vez, tendrán oportunidad de informarse, por estos últimos, acerca de los problemas tradicionales de la filosofía, con muchos de los cuales entroncan los problemas filosóficos de la actualidad. En cuanto a las numerosas limitaciones del profesor, para subsanarlas aunque sea en parte, se solicitará el concurso de colegas y de especialistas en diversas ramas de la ciencia, para que expongan los problemas filosóficos que han encontrado en el curso de sus investigaciones. De esta manera, cada uno de los participantes del curso aprenderá algo.

El curso de epistemología no tendrá una orientación filosófica definida: su objetivo será facilitar la adquisición de información amplia y objetiva, promover la discusión y, sobre todo, incitar a la meditación independiente. Desde luego, el profesor tendrá una orientación definida o la buscará, ya que el pensador sin brújula y sin norte suele carecer de ideas originales y coherentes, así como del entusiasmo necesario para proseguir la búsqueda y para contagiarlo a los demás. No hay filosofía viva sin diálogo y sin cierta parcialidad compatible con la objetividad; al mismo tiempo que se filosofa sobre un tema dado, se dialoga con alguien y se teoriza contra alguien, aun cuando en la exposición final no se trasunten el diálogo ni la polémica.

Se tendrán en cuenta las principales orientaciones filosóficas, sin excluir las anticientíficas, aunque sólo sea para analizarlas científicamente.

Pero no se tomarán por temas de estudio las escuelas y los autores, sino los *problemas* epistemológicos: ya es hora de abandonar el enfoque exclusiva y predominantemente escolástico e histórico de los problemas filosóficos; es hora de abordarlos sistemáticamente, como lo han hecho quienes han dicho algo nuevo. La tarea informativa quedará, así, subordinada a la labor formativa o, mejor, autoformativa; los autores servirán de peldaños y no de cadenas. Se preferirá el diálogo vivo a la recitación de datos, y la discusión inacabada al oráculo definitivo. Se tendrá la pretensión de guardar fidelidad al lema que eligieron los discípulos de Galileo, uno de los fundadores de la ciencia moderna: *Provando e riprovando.*

Se intentará, en suma, adoptar una actitud científica ante los problemas epistemológicos, con la esperanza de que produzca frutos que convenzan a los científicos de la conveniencia de encarar filosóficamente la ciencia, y de que persuada a los filósofos de que la filosofía rigurosa y fecunda no es un género literario sino una ciencia.

Una caricatura de la ciencia: la novísima sociología de la ciencia

Introducción

¿Qué diríamos de un musicólogo sordo de nacimiento, de un zoólogo que sólo estudiase animales embalsamados, de un psicólogo del humor incapaz de hacer chistes o siquiera de entenderlos, de un antropólogo que no procurase aprender la lengua de la tribu que estudia, o de un sociólogo de la religión que, sin entender nada de doctrina religiosa, informase sobre la conducta observable de sacerdotes y fieles? Que son farsantes. ¿Qué diríamos de un sociólogo que, sin saber jota de ciencias naturales, publicase informes sobre el contenido de datos, teorías y controversias biológicas? Que pertenece a la novísima escuela de sociología de la ciencia, la que rechaza rotundamente los principios de sociología de la ciencia enunciados y puestos en práctica hacia fines de la década de 1930 por el sociólogo norteamericano Robert K. Merton y sus discípulos directos o indirectos.

Una de las tesis de Merton (1957) es que la investigación científica tiene rasgos peculiares que la distinguen de todas las demás actividades humanas. Estas características son de dos tipos: internas e institucionales. Entre las primeras figuran la coherencia lógica y la confirmación empí-

rica. Las características institucionales de la ciencia derivan de las primeras y se resumen en el *ethos* de la ciencia, caracterizado por el universalismo, el comunismo, el desinterés y el escepticismo organizado. La ciencia es *universal* en el sentido de que sus afirmaciones y métodos son impersonales y objetivos, en lugar de valer sólo para arios o judíos, liberales o socialistas. La comunidad científica, a diferencia de la técnica, es *comunista*: sus miembros comparten datos, teorías y métodos. La actividad científica, a diferencia de la técnica, es *desinteresada*: busca la verdad por la verdad. Finalmente, la actitud científica es *escéptica,* no dogmática: revisa los supuestos y resultados de la investigación a la luz de la lógica y de la observación.

Todos estos principios fueron puestos en jaque por la novísima sociología de la ciencia (en adelante NSS). Sus profetas son Thomas S. Kuhn y Paul K. Feyerabend. Este movimiento nació a mediados de la década de 1960 como parte de la rebelión generalizada contra la ciencia y la técnica, y al calor de filosofías anticientíficas tales como la fenomenología, el existencialismo y la hermenéutica. Aunque la NSS tiene adeptos en todo el mundo, su centro es la Science Studies Unit de la Universidad de Edinburgh. El órgano de este movimiento es la revista *Social Studies of Science*, nacida en 1970, y el libro más famoso de la escuela es el de B. Latour y S. Woolgar, *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts* (1979).

La NSS no es un movimiento homogéneo. Comprende a marxistas y fenomenólogos, subjetivistas y realistas a medias. Sin embargo, sus miembros comparten las tesis siguientes: a) *externalismo*, o la tesis de que el contenido conceptual de la ciencia está determinado por su contexto social; b) *constructivismo* o subjetivismo: la idea de que el investigador construye no sólo sus ideas y aparatos sino también los hechos mismos, y acaso el mundo entero, como lo sugiere el subtítulo del libro de Latour y Woolgar citado más arriba; c) *relativismo,* o la tesis de que no hay verdades objetivas y universales; d) *pragmatismo,* o acentuación de la acción y de la interacción sociales a expensas de las ideas, así como identificación de la ciencia con la técnica; e) *ordinarismo,* o la tesis de que la investigación científica es pura perspiración sin inspiración, y la negativa a acordarle un status especial y a distinguirla de la ideología, la seudociencia o incluso la anticiencia; f) adopción de *doctrinas psicológicas anticuadas*, tales como el conductismo y el psicoanálisis; y g) reemplazo del positivismo, el racionalismo, el realismo y otras filosofías clásicas del conocimiento por *filosofías acientíficas o incluso anticientíficas*, tales como la filosofía lingüística de la escuela de Wittgenstein, la fenomenología, el existencialismo, la hermenéutica, la "teoría crítica", el marxismo fósil, el postestructuralismo, o la escuela francesa de semiótica.

El examen de estas tesis, y su contrastación con la práctica de la investigación científica, nos

conducirá a la conclusión de que la NSS es una mala caricatura de la ciencia y que está repleta de filosofía oscurantista.

1. Externalismo

La tesis externalista propone que el contexto determina el contenido, o incluso que no hay diferencia entre ambos: que las ideas, procedimientos y actos del investigador individual están determinados por su ambiente social, o incluso que este último "constituye" al primero. Puesto que las expresiones "contexto social", "determina" y "constituye" son vagas, la tesis externalista puede interpretarse de varias maneras. De hecho podemos distinguir dos versiones con dos variantes cada una:

Externalismo moderado local: la comunidad científica ejerce una influencia sobre el trabajo de sus miembros. Ésta es la tesis de la escuela de Merton. Es perfectamente compatible con la tesis internalista de que la investigación científica tiene sus propias reglas y es impulsada principalmente por la curiosidad.

Externalismo moderado global: la sociedad entera influye en el trabajo del investigador individual. Según esta tesis la investigación científica está sujeta al control social externo antes que al interno. Ésta es la tesis neomarxista sostenida por el historiador soviético Boris Hessen (1931) en su famoso estudio sobre "Las raíces sociales y eco-

nómicas de los *Principia* de Newton", así como por el círculo de notables científicos británicos formado en torno del físico marxista John D. Bernal (1939).

Externalismo radical local: la comunidad científica rezuma o construye las ideas científicas, todas las cuales poseen un contenido social. En otras palabras, las construcciones científicas serían colectivas, productos de un "colectivo pensante" caracterizado por un "estilo de pensamiento". Esta tesis fue expuesta por primera vez por Ludwik Fleck (1935) en relación con la investigación de la sífilis, influyó fuertemente sobre el joven Thomas S. Kuhn (1962), y fue aplicada por Paul Forman (1971) a la construcción de la teoría cuántica y a otros casos por Latour y Woolgar (1979), Knorr-Cetina (1981) y muchos otros.

Externalismo radical global: la sociedad entera rezuma o construye las ideas científicas, de modo que no hay diferencias entre interior y exterior, micronivel y macronivel, o contenido y contexto. Esta tesis fue expuesta originariamente por Karl Marx en su libro *El 18 Brumario de Luis Bonaparte* (1852). Está emparentada con la tesis de Ludwig Feuerbach y Emile Durkheim, según la cual la religión es una traducción simbólica de la estructura social.

Los adeptos de la NSS defienden el externalismo radical en una u otra versión. Los marxistas ortodoxos, tales como Hilary y Steven Rose (1969), adoptan la versión global, pero casi todos optan por la versión local, y algunos son más localistas

que otros. Por ejemplo, Latour y Woolgar (1979) y Knorr-Cetina (1981) afirman que los "hechos científicos" son esencialmente locales, por ser creaciones de laboratorios. Pero todos ellos comparten tácitamente la tesis globalista u holista, de estirpe hegeliana y marxista, de que las ideas, lejos de ser procesos cerebrales como lo muestra la psicología fisiológica, son secreciones de grupos sociales y tienen un contenido social. Y ninguno de ellos hace el menor esfuerzo por exhibir en detalle semejante contenido social ni aportan elementos de prueba: sobre ser imprecisos son dogmáticos, o sea, doblemente acientíficos.

Un buen ejemplo del externalismo local, y que goza de enorme prestigio entre los cultores de la NSS, es el trabajo de Forman, ya citado, "Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918-1927: Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment" (1971). El título lo dice todo: los inventores de la teoría cuántica no habrían superado la ideología anti-intelectual dominante en la Alemania de entreguerras, sino que, por el contrario, se habrían adaptado a ella. Forman no explica cómo una de las creaciones intelectuales más exquisitas de la historia debe considerarse como parte del movimiento al que pertenecieron Martin Heidegger y otros charlatanes precursores o militantes del nazismo. Pasemos revista a algunos puntos de este curioso estudio.

Es verdad que el clima intelectual dominante en la República de Weimar, en particular en las

facultades de humanidades, era antiintelectual. Pero los científicos, en particular los físicos, eran cientificistas y mayoritariamente positivistas. Tanto es así, que la interpretación "oficial" (o de Copenhagen) de la teoría cuántica fue y sigue siendo positivista, no fenomenológica o existencialista.

En segundo lugar, al limitar su estudio a Alemania, Forman olvida que la teoría cuántica fue construida no sólo por los alemanes Heisenberg, Born y Jordan, sino también por el danés Bohr, el austríaco Schrödinger, el francés de Broglie, el inglés Dirac, y el ciudadano del mundo Einstein. La Meca de la teoría cuántica era Copenhague, no Berlín, Gottingen, Leipzig o Munich.

En tercer lugar, la teoría cuántica no fue inventada como "un esfuerzo para adaptarse al medio intelectual" (Forman). Fue inventada para resolver problemas físicos descubiertos a principios del siglo, entre ellos el de la existencia misma de los átomos y fotones, inexplicable por la física clásica.

En cuarto lugar, ¿qué tiene de oscurantista el postular que el azar se entrelaza con la causalidad? Y ¿qué tiene de oscurantista el primer intento exitoso de describir y predecir las principales propiedades de átomos, moléculas, sólidos, reacciones nucleares y químicas, fotones, etc.? Al fin y al cabo, la teoría cuántica triunfó, en tanto que el nazismo, animado por la filosofía antiintelectualista, fue derrotado.

En descargo de Forman debe decirse que no borra la distinción entre contexto social y conteni-

do conceptual. En cambio, para Latour (1983) los laboratorios no tienen paredes sino que se disuelven en la sociedad, y lo que ocurre en ellos es completamente ordinario. Dada la fusión del pensamiento con la acción, "el contexto se funde con el contenido" (Latour, 1987) y no hay diferencia entre discurso y praxis (Woolgar, 1986). Más aún, dado que la actividad científica involucra alguna politiquería, y que si se la confunde con la técnica resulta ser la fuente de poder más potente de la sociedad moderna, "la ciencia es política hecha por otros medios" (Latour, 1983).

La tesis externalista radical, según la cual todo conocimiento es social, es falsa por los motivos siguientes. Primero, el que el contexto influya sobre el contenido no prueba que el uno sea indistinguible del otro. Segundo, el externalista no dispone de una teoría de la referencia (parte de la semántica filosófica) que le permita demostrar que, en efecto, todo enunciado científico tiene un contenido social.

Ahora bien, cualquier teoría razonable de la referencia (p. ej. Bunge, 1974) nos dirá que la geometría euclídea se refiere a figuras, no a la guerra de Troya; que la mecánica se refiere a cuerpos en movimiento, no a la expansión de la industria capitalista; que la biología se refiere a organismos, no a la explotación colonial, etc. Para asegurarse de ello basta analizar los predicados básicos (no definidos) de las disciplinas en cuestión, cosa que no hacen los cultores de la NSS, quienes no manejan herramientas formales: se contentan con

hacer afirmaciones dogmáticas. Así es fácil sostener que todas las ciencias, incluso la matemática y las ciencias naturales, se refieren a hechos sociales.

De lo anterior no se sigue que el externalismo sea totalmente falso. Por el contrario, tiene razón al insistir en que el contexto social contribuye a determinar la evolución de la ciencia. Sólo yerra al pretender que el cerebro individual y las ideas que piensa, a veces contra la corriente social, no importan. También yerra al pretender que el contenido o significado de toda idea científica es social. Lo que cabe no es optar por el internalismo o por el externalismo, sino combinarlos (Agassi, 1981; Bunge, 1983a).

2. *Constructivismo*

En la década de 1960 algunos filósofos sostuvieron que no hay diferencias entre conceptos observacionales (p. ej., "pesado") y conceptos teóricos (p. ej., "masa"): que todos los primeros tienen una "carga teórica", porque toda observación es guiada por alguna teoría, explícita o tácita. Esta tesis tiene un grano de verdad, a saber, que las observaciones *científicas,* a diferencia de las ordinarias, son diseñadas, ejecutadas e interpretadas a la luz de teorías. Con todo, hay diferencias innegables entre conceptos observacionales, tales como "azul", y científicos, tales como "longitud de onda". Por ejemplo, el primer concepto es cualitativo y el

segundo, cuantitativo. Además, incluso la ciencia experimental avanzada no puede prescindir de conceptos observacionales e incluso ordinarios, tales como los de mesa, textura y fluidez.

De la tesis acerca de la carga teórica de los conceptos observacionales se pasó a proclamar "la abolición de la distinción entre hecho y teoría" (Barnes, 1983). De hecho hay una gran distancia entre la primera tesis, concerniente al conocimiento, y la segunda, que se refiere nada menos que a la naturaleza del mundo. La primera es exagerada, en tanto que la segunda es disparatada. Por ejemplo, un físico admitirá que los conceptos de electrón que figuran en las distintas teorías del electrón son teóricos, pero normalmente (mientras haga ciencia, no filosofía) insistirá en que los electrones no son conceptos sino cosas reales. Del mismo modo, el sociólogo admitirá generalmente que los conceptos de estratificación social son teóricos, pero normalmente convendrá en que las sociedades modernas son estratificadas.

En resumen, casi todos los científicos admiten, explícita o tácitamente, que las teorías y sus constituyentes son construidos, pero sólo los subjetivistas sostienen que también los hechos mismos son construidos. Dicho más brevemente: el constructivismo gnoseológico es correcto, pero el ontológico es falso.

Si los hechos y las teorías fuesen lo mismo, no podríamos utilizar ningún hecho para poner a prueba las teorías, y ninguna teoría serviría para guiar la búsqueda de nuevos hechos. Puesto que

los auténticos científicos ponen a prueba sus teorías contrastándolas con los hechos a que ellas se refieren, y a menudo las usan para explorar la realidad, es falso que no haya diferencias entre hechos y teorías. Más aún, si la tesis en cuestión fuese verdadera, los hehos tendrían propiedades teóricas (p. ej. coherencia lógica y poder predictivo), y las teorías tendrían propiedades físicas, químicas, biológicas o sociales.

Los entusiastas del "programa fuerte" proclamado en Edinburgh se declaran constructivistas: sostienen que los hechos son "construcciones sociales" y hablan, por ejemplo, de la "sociología de los péptidos", en lugar de la sociología de un laboratorio donde se estudian péptidos. Semejante subjetivismo es muy cómodo porque, en lugar de estudiar las ideas que animan las actividades de laboratorio, uno puede limitarse a estudiar la conducta observable de los científicos y en particular las "inscripciones" que producen. El significado y el valor de verdad de las afirmaciones (datos e hipótesis) expresadas por dichas "inscripciones" tienen sin cuidado a los adeptos del "programa fuerte".

Éste no es un mero descuido sino producto de una elección deliberada: la de estudiar la tribu de los científicos como si fuera un grupo social ordinario, tal como una tribu amazónica o una comunidad urbana. El estudioso de estos sistemas sociales está familiarizado con las actividades humanas básicas, y emprende un estudio profundo sólo cuando se propone entender la organiza-

ción política, la mitología o las ceremonias del grupo. Pero da la casualidad de que un equipo de investigación científica es totalmente diferente de una tribu primitiva. No es que sus operaciones sean misteriosas, sino que tiene una función extremadamente especializada, a saber, la de producir conocimientos científicos mediante procesos que, a diferencia de la caza y de la pesca, no están totalmente a la vista. El lego sólo puede ver las manifestaciones de los procesos mentales que ocurren en los cerebros de los investigadores. Al no tener acceso a esos procesos, por ignorancia de la ciencia, se le escapa lo esencial.

Lejos de pedir perdón por interferir con las actividades de investigadores cuya acción no pueden entender por falta de entrenamiento científico, los cultores de la NSS creen que su ignorancia es un mérito: "Creemos que la aparente superioridad de los miembros de nuestro laboratorio [el que visitan] en asuntos técnicos es insignificante, en el sentido de que *no* consideramos que un conocimiento previo [...] sea un requisito necesario para entender el trabajo del científico. Esto es similar a la negativa del antropólogo de inclinarse ante el conocimiento de un hechicero primitivo" (Latour y Woolgar, 1986, p. 29). No es de extrañar que concluyan que la actividad científica "no es más que una arena social", y un laboratorio no es sino "un sistema de inscripciones literarias".

¿Qué otra cosa puede esperarse de observadores que no entienden siquiera la lengua que hablan sus nativos? Lo que sí maravilla es que, so-

bre la base de semejantes observaciones superficiales, nuestros "antropólogos de la ciencia" concluyan que "'el allí afuera' [el mundo exterior] es la *consecuencia* del trabajo científico antes que su causa" (*op. cit.*, p. 182). Por si quedaran dudas, Latour y Woolgar repiten esta tesis subjetivista en varios lugares, p. ej. en las pp. 82, 174 y ss., y 237. En esta última le perdonan la vida al concepto de naturaleza, pero no a la naturaleza misma: "La naturaleza es un concepto utilizable sólo como producto secundario de la actividad agonística". Otros miembros de la NSS concuerdan. Por ejemplo, Collins (1983, p. 3) escribe que "el mundo natural desempeña un papel pequeño o nulo en la construcción del conocimiento científico". Knorr-Cetina (1983, p. 119) sostiene que "en ningún lugar del laboratorio encontramos la 'naturaleza' o la 'realidad' que es tan crucial en las interpretaciones descriptivistas [no constructivistas] de la investigación". Poco después nos dice que la investigación científica es "el proceso de segregar una corriente interminable de entes y relaciones que componen 'el mundo'" (p. 135).

La NSS ha reemplazado el concepto de descubrimiento por el de construcción social. Colón y Vasco da Gama, Faraday y Cajal, y todos los demás infelices que creían haber descubierto algo importante fueron víctimas de engaños: no hicieron sino participar en alguna "construcción social".

La vieja fórmula de Schopenhauer, "El mundo es mi representación", no ha variado mucho:

ahora es "El mundo es nuestra construcción". Algunos miembros de la NSS saben que han reinventado (¿reconstruido socialmente?) el idealismo. Por ejemplo, Collins (1981) admite que la NSS ha sido influida por la fenomenología, el estructuralismo, el post-estructuralismo, el deconstruccionismo y el verbocentrismo del segundo Wittgenstein y de la escuela francesa de semiótica.

Woolgar (1986, p. 312) admite que el análisis del discurso que practican él y sus colegas se debe al post-estructuralismo (en particular el de Foucault), que "es compatible con la posición del ala idealista de la etnometodología, que no hay realidad independiente de las palabras (textos, signos, documentos, etc.) utilizadas para aprehenderla. En otras palabras, la realidad está constituida en y por el discurso". El mundo es un gran discurso e incluso "la praxis no puede existir fuera del discurso" (*loc. cit.*). Según esta versión textualista del idealismo, *ser es inscribir o ser una inscripción.* El mundo sería una biblioteca, y por consiguiente el estudio del ser sería objeto del análisis semiótico.

Esta filosofía le viene como anillo al dedo al intrépido explorador del mundo de las "inscripciones" científicas. Por ejemplo, Latour (1988) nos explica que el pobre Einstein se equivocó al creer que su teoría restringida de la relatividad se refiere a cuerpos en movimiento en un campo electromagnético. Un análisis semiótico de un libro de divulgación le permite a Latour afirmar que "Su libro podría haberse titulado: *Nuevas instruccio-*

nes para traer de vuelta a viajeros científicos de larga distancia" (p. 23). La velocidad de la luz en el vacío y las transformaciones de Lorentz serían nada más y nada menos que "parte de la tarea normal de construir una sociedad" (Latour, p. 25).

Los profundos cambios introducidos por la relatividad restringida en la manera de concebir el espacio y el tiempo, así como la relación entre la mecánica y la electrodinámica, son invisibles desde el punto de vista constructivista, que también es operacionista. ¿Qué serán las revoluciones sociales según este extraño punto de vista? ¿Productos de operaciones de laboratorio, o simplemente "discursos" de historiadores?

En resumen, el constructivismo gnoseológico no está en cuestión: todos, con la sola excepción de los empiristas radicales, saben que los conceptos no son meros paquetes de perceptos, sino que son creados. Lo que está entredicho es el constructivismo ontológico de la NSS, que niega la realidad independiente del sujeto, al sostener que todo lo que acontece es una "construcción social". Esta tesis es falsa, porque el científico que se propone estudiar la cosa o el proceso natural o social X da por sentado que X existe de por sí o puede ser producido por medio de algún dispositivo experimental Y que, una vez inventado y armado, existe de por sí. En resumen, exploramos y descubrimos el mundo con ayuda de artefactos conceptuales y materiales que inventamos con ayuda de otros.

3. Relativismo

Si no hay realidad independiente del sujeto, si todo el mundo es una "construcción social", y si los hechos son proposiciones de cierto tipo, es obvio que la verdad objetiva no existe. En otras palabras, si no hay nada afuera que no haya estado antes dentro de mi mente, la expresión "correspondencia de las ideas con los hechos" no tiene sentido. Y si no hay verdades objetivas, la investigación científica no es una búsqueda de la verdad. Como dice Collins (1983, p. 8), "lo que pasa por verdad puede variar de lugar en lugar y de una época a la otra". Éste es el núcleo del relativismo gnoseológico, que a su vez es parte del relativismo cultural inventado por los antropólogos.

Si el relativismo fuese verdadero, tendría que haber tantas matemáticas como culturas. Esta tesis fue formulada por Spengler y suscrita por Wittgenstein. Fue también una de las tesis nazis: hay una matemática judía, abstracta y formalista, y una matemática aria, concreta e intuitiva. ¿Dónde están las pruebas? No las hay. Lo que sí ocurre es que, dentro de la matemática contemporánea, coexisten teorías canónicas o estándares, y otras que no lo son. Por ejemplo, al lado de la lógica ordinaria florecen cientos de lógicas no estándares; al lado de la teoría estándar de conjuntos hay otras que no lo son; al lado de la aritmética ordinaria hay aritméticas modulares; al lado de la geometría euclídea hay geometrías no euclídeas; al lado del análisis estándar está el no estándar, etcétera.

Aunque no todas estas teorías son igualmente útiles en las ciencias fácticas, todas ellas son lógicamente coherentes y ninguna está comprometida con alguna corriente política o ideológica, por la sencilla razón de que la matemática, como sistema conceptual, es autosuficiente y no trata del mundo exterior. Ésta no es una afirmación gratuita sino el resultado de un análisis de los constructos y métodos matemáticos a la luz de una teoría exacta de la referencia (Bunge, 1974, 1985a).

El relativismo gnoseológico no es nuevo. Es una reacción ingenua a la variedad de culturas y de puntos de vista sobre los mismos hechos. Esta multiplicidad de representaciones coexistentes o sucesivas del mundo inspira escepticismo, particularmente a la luz del externalismo, según el cual las circunstancias y los intereses determinan o incluso constituyen todos los enunciados científicos.

Los filósofos han refutado hace tiempo estas doctrinas escépticas. La multiplicidad de teorías incompatibles referentes a un mismo dominio de hechos sólo prueba que la investigación científica no garantiza verdades instantáneas y completas. Pero, como lo muestran las pruebas observacionales y experimentales, a menudo damos con hipótesis parcialmente verdaderas. Y, como lo muestra la historia de la ciencia, si una hipótesis es interesante y suficientemente verdadera, estimulará nuevas investigaciones que podrán dar como resultado mejores aproximaciones a la verdad. Lo que vale para las hipótesis vale para las teorías y los diseños y resultados experimentales. Al fin y

al cabo, el progreso científico no es ilusorio. Y no es concebible sino como el reemplazo de falsedades y verdades parciales, por verdades más aproximadas, así como por el hallazgo de verdades radicalmente nuevas.

Los relativistas no creen en la verdad, y por ello no debe extrañar que no la busquen. Sin embargo, creen en sus propios dogmas, sin advertir la paradoja del relativismo: si el relativismo es verdadero, entonces es falso, ya que no es sino un producto efímero de un grupo social transitorio (Bottomore, 1956). Siendo así, ¿por qué habríamos de aceptarlo el lector y yo, si pertenecemos a una tribu diferente de la NSS?

Al no creer en la verdad, los relativistas creen que las controversias científicas nunca terminan por obra de argumentos o experimentos, sino en virtud de presiones, "negociaciones" o maquinaciones políticas. Gana el más fuerte o el más zorro, no el que tiene razón. Como dice Collins (1983, p. 99), *"incluso en las ciencias más puras*, si la controversia ha de terminar, es llevada a término por algún medio que habitualmente no es considerado como estrictamente *científico"*.

En otras palabras, los científicos no tienen por qué afanarse por construir nuevos argumentos o hacer nuevas predicciones ni experimentos que las pongan a prueba. Lo único que vale es, ya la elección arbitraria del *core set* (Collins) o mafia que detenta el poder, ya la negociación y el compromiso final entre las facciones rivales. El "juego" científico sería puramente político. Si Galileo,

Newton, Darwin, Marx, Maxwell, Einstein, Heisenberg y los demás rebeldes de la ciencia hubieran sabido esto, no habrían malgastado tantas horas buscando verdades transculturales inexistentes. En cambio, habrían improvisado rápidamente algunos disparates cualesquiera y habrían empleado su valioso tiempo en formar camarillas para dominar sus respectivas comunidades científicas.

En resumen, el relativismo tiene un grano de verdad: en efecto, distintos grupos sociales suelen adoptar *ideologías* diferentes, y éstas cambian más o menos rápidamente en el curso del tiempo. Pero el conocimiento científico es diferente: la ciencia es universal. Es verdad que la biología evolutiva no ha prosperado en Francia, pero no porque sea falsa en esta nación, sino porque ha sido víctima del nacionalismo cultural. Igualmente, la genética no prosperó en la ex URSS, esta vez a causa de la ideología comunista, no porque sea una "construcción social" que pierde validez al cruzar la frontera. Lo que vale para las ideologías y supersticiones no vale necesariamente para la ciencia.

4. Conductismo y pragmatismo

Los miembros de la NSS se dicen antipositivistas pero practican el positivismo primitivo, prelógico, anterior al Círculo de Viena (1927-1938). En efecto, invierten tanto tiempo en juntar datos

que no les queda energía para elaborar teorías propiamente dichas. Esto vale en particular para los etnometodólogos, quienes usan grabadoras y videos para registrar las prácticas cotidianas de científicos del mismo modo que de gentes comunes. Esto es todo lo que pueden hacer porque carecen de la información científica necesaria para entender por qué los investigadores hacen así y no asá.

La única diferencia notable entre los etnometodólogos y los positivistas tradicionales es que los primeros gozan citando a filósofos y seudofilósofos notorios por su opacidad, tales como Husserl y Heidegger, ninguno de los cuales tuvo simpatía por las ciencias propiamente dichas. (Dudo que Geertz, Garfinkel y sus discípulos entiendan la fenomenología, y aun menos el existencialismo. Sospecho que simpatizan con estas doctrinas por ser anticientíficas y subjetivistas, y porque son oscuras y emplean un vocabulario esotérico y masacran la sintaxis.)

¿Qué resultados han arrojado las investigaciones empíricas de este tenor? Veamos dos de los resumidos por Lynch, Livingston y Garfinkel (1983). Uno de ellos es que la investigación involucra "algo más" que lo que consta en los manuales. Pero este "algo más" no es sino el conjunto de supuestos tácitos y de *know how* o pericia no verbalizable. Nada nuevo hay en esto: los filósofos lo han sabido durante siglos, y los psicólogos lo han confirmado hace tiempo.

El segundo resultado es que, por elemental que sea un experimento científico, no puede ejecu-

tarse sin un mínimo de teoría. Garfinkel y sus estudiantes necesitaron hacer un experimento ingenioso para comprobar este lugar común: aparearon a un estudiante de química paralítico con un estudiante que no sabía química. El primero hizo las veces de cerebro de las manos del segundo. Lo que los etnometodólogos no nos dicen es cuáles eran las hipótesis tácitas que empleaba el paralítico. Esto habría sido interesante, aunque sólo hubiera valido para los experimentos didácticos en cuestión.

El constructivismo y el relativismo gnoseológicos implican el convencionalismo y el instrumentalismo (o pragmatismo). La variedad de convencionalismo favorecida por la NSS puede llamarse "convencionalismo social", puesto que se presenta combinada con el externalismo. Si todas las culturas son equivalentes, si ninguna de ellas es superior a las demás, y si no hay diferentes clases de conocimiento (p. ej. científico y mágico), entonces la adopción de una idea cualquiera es una convención social y asunto de utilidad a una comunidad dada.

El convencionalismo social sostiene, en particular, que a) "el uso correcto [p. ej. de términos clasificatorios] es el uso convenido", y b) "las diferentes redes [conceptuales] son equivalentes en lo que respecta a la posibilidad de la 'justificación racional'. Todos los sistemas de la cultura verbal son sostenidos racionalmente por igual" (Barnes, 1983, p. 33). El autor de estas afirmaciones llega a ellas sobre la base de un examen (de segunda

mano) de la manera en que diferentes pueblos *primitivos* clasifican los animales, y de su lectura del segundo Wittgenstein (1953), a quien sólo le interesaba el lenguaje *ordinario*. Barnes no se molesta por averiguar cómo clasifican los biólogos o los químicos contemporáneos, ni cómo los físicos construyen teorías y las ponen a prueba. Es de suponer que no cambiaría de opinión si se le objetara que las proposiciones "Las ballenas son peces" y "Hay brujas" son falsas. Posiblemente diría que son verdaderas en las comunidades donde son aceptadas como tales. Lo que no debiera sorprender, puesto que los relativistas culturales son relativistas filosóficos, convencionalistas y subjetivistas.

Tampoco debiera sorprender que el pragmatismo o instrumentalismo sea central en la NSS. Por ejemplo, Barnes (1977, p. 2) afirma que todo conocimiento "se desarrolla activamente en respuesta a contingencias prácticas". Los problemas y desarrollos teóricos no existen en la perspectiva pragmatista. Latour y Woolgar (1979) escriben: "Una máxima útil es la observación de Heidegger, de que *Gedanke ist Handwerk*", o sea, el pensamiento es trabajo manual. En otros lugares se burlan de las "historias acerca de mentes que tienen ideas". Actos y discursos, sí; ideas, no: ésta es una de las consignas de la NSS.

La NSS ha reinventado el concepto pragmatista de verdad como eficiencia (o valor al contado contante y sonante). Por ejemplo, Bloor (1976, p. 35), el redactor del "programa fuerte" que distin-

gue al grupo de Edinburgh, declara que se puede prescindir de la noción realista de la verdad como correspondencia de las ideas con la realidad. Y agrega que lo importante es que una teoría "funcione" *(works)*, aunque no se molesta en aclarar qué significa esto. En todo caso, la idea que se hacen los pragmatistas de la verdad no "funciona", porque todo *test* de una hipótesis fáctica es una tentativa de averiguar su valor de *verdad,* o sea, su adecuación a los hechos, independientemente de su credibilidad, popularidad o utilidad. Resolver un problema cognoscitivo no es otra cosa que encontrar una verdad o refutar una falsedad.

La NSS ha reinventado también la concepción operacionista del significado como conjunto de operaciones de laboratorio, propuesta por Bridgman en 1927. En efecto, Latour (1988, p. 26) declara: "rehusamos atribuir significado a cualquier inscripción que no retrate el *trabajo* de montar laboratorios, dispositivos de inscripción o redes; siempre relacionamos la palabra 'realidad' con ensayos específicos dentro de laboratorios específicos y redes específicas que miden la resistencia de algunos actores". Según esto, las ciencias teóricas, en particular la matemática, la física teórica y la sociología de la ciencia, que no hacen trabajos experimentales, carecen de significado.

El pragmatismo no es verdadero respecto de la ciencia, porque ésta se propone construir representaciones máximamente verdaderas y profundas de la realidad. Tampoco funciona para la técnica moderna, porque ésta se funda sobre la

ciencia básica, y porque el diseño, núcleo de la técnica, es un trabajo intelectual exigente, no una mera producción de inscripciones.

En resumen, la NSS ha redescubierto el positivismo, en particular el pragmatismo, así como el conductismo. Este último es excesivamente estrecho, porque no investiga los procesos mentales. Y el pragmatismo es estrecho porque minimiza la investigación teórica y confunde el concepto de verdad con el de eficacia.

5. Ordinarismo

Uno de los principios de la NSS es que la ciencia es una "construcción social", una "manera de construir mundos", una "arena política" como cualquier otra. Ésta es la tesis que hemos llamado "ordinarista". ¿Podemos esperar de una disciplina que niega la especificidad de la ciencia, que nos diga qué la *distingue* de otros campos de la acción humana, tales como la técnica, la ideología y la política, y cómo *interactúa* con ellos? Evidentemente no, puesto que la NSS niega tales diferencias y por consiguiente la posibilidad misma de tales interacciones.

¿Podemos esperar que la NSS descubra los *factores sociales* que estimulan o inhiben el avance de la ciencia? Obviamente no, puesto que interpreta los propios factores sociales como construcciones, en particular construcciones científicas. Tampoco podemos esperar de la NSS que *descubra*

algo, ya que niega la posibilidad misma de descubrir algo que existe independientemente de ella, al negar la existencia autónoma del mundo exterior. De modo que, si le tomamos la palabra, sólo podemos esperar de la NSS que suministre lo que ella misma construye. Y si tomamos el relativismo al pie de la letra, no podemos esperar de él más que fábulas. Por lo tanto, ¿por qué hemos de creer lo que nos diga la NSS?

Francis Bacon creía haber inventado un puñado de reglas de investigación que podrían ser aplicadas por gentes ordinarias para hacer ciencia. Los apóstoles de la NSS (p. ej. Knorr-Cetina, 1981; Latour, 1983) concuerdan (sin saberlo) con el abuelo del positivismo y van más lejos, afirmando que la ciencia no tiene nada especial, "nada de calidad cognoscitiva". "El hecho científico es producto de gentes y escenarios promedios, que no están ligados entre sí por normas o formas de comunicación especiales, pero que trabajan con dispositivos de inscripción" (Latour, 1983, p. 162).

¿En qué se funda esto? En la sencilla razón de que el nuevo sociólogo o antropólogo de la ciencia no puede ver sino los aspectos ordinarios de la actividad científica. No ve otros porque no entiende lo que hacen los sujetos que observa. Al carecer de formación científica, no entiende los problemas, las hipótesis, las teorías, los diseños experimentales ni los tests. Por este motivo, ninguno de estos conceptos metodológicos figura en lo que Collins (1983) llama "el modelo wittgensteiniano/fenomenológico/kuhniano de la actividad científica". (De

hecho figuran pero de manera tácita y por lo tanto acrítica.)

Por ser externalista y pragmatista, la NSS ignora las teorías o, lo que es peor, las confunde con montones de inscripciones o con reglas para la acción (así como Wittgenstein creía que hacer matemática no es sino un caso especial de "seguir reglas"). Y, por no comprender la función de la teoría en el experimento, Latour y Woolgar (1979) y Knorr-Cetina (1981) creen que la esencia del trabajo de laboratorio es la manipulación de artefactos conforme a reglas. Al manejarlos, los científicos no descubren ni inventan, sino que adquieren y acumulan "nuevas pericias en manipular cosas". Confunden así al científico con el técnico de laboratorio. Por el mismo motivo no podrían comprender el trabajo de los Newton, Einstein, Heisenberg, Pauling, Crick, Watson, y demás científicos teóricos, quienes han trabajado con lápiz y papel, no con instrumentos de medición.

En resumen, el practicante de la NSS no aprende ciencia porque no cree que ésta se distinga de cualquier actividad humana ordinaria. Se contenta con hacer un "análisis semiótico" de textos científicos, o con observar el comportamiento de experimentadores. Se queda en la superficie de la ciencia porque no cree que ésta tenga profundidad. No debe extrañar que su resultado sea ya banal, ya falso.

6. *Ideología y seudociencia*

Muchos de los adeptos de la NSS han adoptado la tesis de Herbert Marcuse, Jurgen Habermas y otros miembros de la Escuela de Frankfurt (Hegel-Marx-Freud), de que la ciencia y la técnica tienen un contenido ideológico e incluso constituyen "la ideología del capitalismo tardío", de modo que su principal función es legitimar la dominación de la burguesía. ¿Cuáles son los elementos de prueba empíricos que justifican esta tesis? Silencio.

Es cierto y sabido que la ciencia y la técnica modernas han evolucionado de la mano del capitalismo industrial, y que la ideología contamina a las ciencias *sociales,* en particular la economía. Pero ¿cuál es el contenido ideológico del teorema de Pitágoras, o de las ecuaciones de Maxwell, de la hipótesis de que los ácidos nucleicos controlan la síntesis de proteínas, o incluso de la ley de los rendimientos decrecientes? Es cierto que las ciencias puras son utilizadas para fines económicos o políticos. Pero el hecho de que pueden ser utilizadas por *cualquier* régimen económico o político ¿no muestra acaso que son intrínsecamente neutrales?

También es cierto que algunas (no todas) las controversias científicas tienen resonancias ideológicas. Baste recordar las polémicas en torno de Galileo y Darwin, así como las controversias sobre la naturaleza de la psique. Pero esto no prueba que estas discusiones sean zanjadas por medios políticos, como lo pretende la NSS. Louis Pasteur

ganó la batalla sobre la causa del ántrax al aislar y cultivar el bacilo que lo causaba y al producir la vacuna correspondiente. Los espiritualistas (en particular los psicoanalistas) perdieron la batalla por el alma inmaterial cuando la psicología fisiológica empezó a descubrir los mecanismos neurofisiológicos de la mente.

Un estudio de la ciencia incapaz de distinguirla de la ideología es algo peor que inútil: es nocivo, porque, como el tero, pega el grito lejos del nido y se calla cuando está en él. Una de las fuentes de esta confusión es la gnoseología pragmatista ingenua, según la cual el conocimiento "es cuanto los seres humanos tomen por conocimiento. Consiste en las creencias que los hombres abrazan con confianza y conforme a las cuales viven" (Bloor, 1976, p. 2). En otras palabras, toda creencia que goce de sanción social es conocimiento. Según esto, la mecánica cuántica no sería conocimiento, y en cambio la creencia de que el 13 trae mala suerte sí lo sería.

La mayoría de los miembros de la NSS no admiran la ciencia. La consideran un arma de dominación y una construcción social en un pie de igualdad con el cavado de trincheras o incluso la publicidad comercial. Consideran a los investigadores como hábiles artesanos y, al mismo tiempo, politiqueros sin escrúpulos. Al fin y al cabo, siendo constructivistas y relativistas, los adeptos de la NSS no creen en la verdad ni en la moral. No es de extrañar, pues, que muchas de sus apreciaciones de la ciencia coincidan con las de la contracul-

tura, a punto tal que la propia NSS se solapa parcialmente con ella. Veamos un par de ejemplos.

Michael Mulkay (1969), uno de los apóstoles de la NSS, se indigna por el modo en que los astrónomos trataron el libro *Worlds in Collision* (1950), del aficionado Immanuel Velikovsky. Mulkay pretende que los astrónomos debieran haber puesto a prueba las fantasías de Velikovsky en lugar de limitarse a mostrar que contradecían a la llamada "ciencia oficial". Pero ¿acaso el peso de la prueba no descansa sobre quien propone una hipótesis "revolucionaria"? Los investigadores serios están recargados de trabajo, de modo que no se les puede exigir que se ocupen de las fantasías de un desconocido que no hace mediciones ni cálculos.

Otros dos miembros conspicuos de la NSS, H. M. Collins y Trevor J. Pinch, se han puesto a defender la astrología y la parapsicología. (Véase Pinch y Collins, 1979, 1984; y Collins y Pinch, 1982.) No ponen en duda las afirmaciones de astrólogos y parapsicólogos, pero se enojan porque han sido criticadas por quienes defienden lo que llaman "el modelo estándar de la ciencia", que para ellos es "ideología". Quisieran un "modelo" más amplio, que diera cabida a lo que llaman "ciencia extraordinaria". Pero, puesto que no distinguen la ciencia de otras "construcciones sociales", no se toman la molestia de proponer tal "modelo". Más aún, tanto ellos como Latour, Woolgar, Knorr-Cetina y otros, afirman tajantemente que no hay ni puede haber criterios de cientificidad.

¿Qué es peor: una mente estrecha que sólo admite ortodoxias, o una mente tan "amplia" que da entrada a cualquier basura (pero rechaza toda ortodoxia científica)?

Otro ejemplo: el volumen III (1979) del *Sociology of the Sciences Yearbook* está dedicado a los "contramovimientos en la ciencia", o sea, a las ciencias ocultas, el psicoanálisis, la antipsiquiatría y compañía. Algunos de los autores escriben sobre el "mito" de la ciencia y otros la denuncian como sirvienta del capitalismo. En particular, Hilary Rose (1979) vincula la anticiencia con la izquierda política, reprocha al eminente físico y sociólogo de la ciencia marxista J. D. Bernal el haber tenido confianza en la ciencia, y termina con una cita de Mao. Obviamente, confunde la sociología de la ciencia con el panfletismo político. Otro tanto ocurre con casi todos los colaboradores del *Radical Science Journal.*

Nuestro último ejemplo es el estudio etnometodológico de Michael E. Lynch (1988), discípulo de Harold Garfinkel, titulado "Sacrifice and the transformation of the animal body into a scientific object: Laboratory culture and the ritual practice in the neurosciences". Su tesis es que el investigador que "sacrifica" a sus animales al término de un experimento ejecuta una práctica ritual en el curso de la cual el cuerpo del animal se transforma en "un portador de significados trascendentales". Naturalmente, Lynch no presenta pruebas de que ello es así: se limita a transplantar algo que dijo Emile Durkheim acerca de los sacrificios hu-

manos en ciertas religiones. ¿Qué revela este estudio? Dejo la respuesta al lector.

En resumen, la NSS es incapaz de distinguir la ciencia de la ideología, de la seudociencia e incluso de la anticiencia. Es incapaz de hacerlo porque es ordinarista y básicamente irracionalista: no admite ni, por tanto, tampoco utiliza criterios y estándares de cientificidad. (Para una definición del concepto de ciencia y su aplicación a las principales ciencias especiales, véase Bunge, 1983b, 1985a, 1985b).

7. *Conclusión*

La NSS imputa intereses económicos o políticos a quienes no los tienen, y ve contenidos ideológicos donde no los hay, particularmente en matemática y en ciencias naturales. En cambio, se le escapan los peces gordos. Por ejemplo, no ha investigado por qué el gobierno conservador de Reagan disminuyó drásticamente los subsidios a la investigación en ciencias sociales, ni por qué el gobierno de Thatcher los cortó a todas las ciencias. No averigua el uso político que tienen ciertos trabajos en ciencias económicas y en politología. No le interesa el uso de la seudociencia como arma de dominación cultural. No se ha ocupado de averiguar por qué la educación científica está decayendo en los EE.UU. y en Gran Bretaña al tiempo que mejora rápidamente en Japón y Corea. Aun menos le interesa lo que sucede con la

ciencia en el Tercer Mundo, especialmente bajo las dictaduras militares. Y, naturalmente, no ha investigado las raíces ideológicas del culto de la seudociencia y de la anticiencia, en particular de la NSS.

¿A qué se debe la emergencia de la NSS a mediados de la década de 1960? Me atrevo a proponer la siguiente explicación sociológica. La NSS nació junto —y en fuerte interacción— con las revueltas estudiantiles que culminaron con los sucesos de mayo de 1968. Esos rebeldes no sólo combatieron la intervención norteamericana en Vietnam (una vez que empezó la conscripción de estudiantes). Se rebelaron contra el *establishment* en su conjunto y, en Europa Occidental, se alzaron en particular contra la rígida jerarquía universitaria.

Extraviados por Marcuse, Habermas y otros ideólogos, esos jóvenes, de cuyas buenas intenciones no puede dudarse, percibían la ciencia y la técnica como la ideología del orden constituido. Por consiguiente las culparon de todos los pecados cometidos por los políticos y empresarios. En particular, las culparon de la carrera armamentista, de la degradación ambiental y de la explotación económica.

Pero, puesto que la gente necesita creer en algo, muchos de esos rebeldes abrazaron doctrinas irracionalistas, tales como la mística oriental, el existencialismo, el ocultismo y el escepticismo radical, en particular el anarquismo gnoseológico, que se resume en la célebre consigna *Anything*

goes ("Todo vale") proclamada por el filósofo Paul K. Feyerabend (1975).

A su vez, la adopción de esas doctrinas anticientíficas alejó a muchos jóvenes del estudio de la ciencia y de la técnica, y favoreció el enfoque no científico del estudio sociológico, histórico y filosófico de la ciencia y de la técnica. La NSS es parte de esa reacción.

Dejo para los sociólogos de la ciencia el evaluar la hipótesis que acabo de formular. El hecho es que, desde comienzos del siglo XVII hasta mediados del nuestro, la ciencia fue altamente estimada por la mayoría de la intelectualidad y fue caracterizada por un conjunto de estándares rigurosos y por un *ethos* peculiar. Desde mediados de la década de 1960 un número creciente de estudiosos de la ciencia viene sosteniendo que esos estándares y ese *ethos* no constituyen sino un mito al que rehúsan sujetarse. El resultado ha sido una pintura grotesca de la ciencia. No podía ser de otra manera, porque donde todo vale nada marcha bien. (Para mayores detalles véase Bunge, 1993.)

BIBLIOGRAFÍA

Agassi, J. (1981), *Science and Society*, Dordrecht, Boston y Londres: Reidel.

Barnes, B. (1977), *Interests and the Growth of Knowledge*, Londres: Routledge & Kegan Paul.

Barnes, B. (1983), *On the conventional character of knowledge and cognition.* En Knorr-Cetina y Mulkay, compils., pp. 19-51.

Bernal, J. D. (1939), *The Social Function of Science*, Nueva York: Macmillan.

Bloor, D. (1976), *Knowledge and Social Imagery*, Londres: Routledge & Kegan Paul.

Bottomore, T. (1956), "Some reflections on the sociology of knowledge", *British Journal of Sociology,* 7: 52-58.

Bunge, M. (1974), *Sense and Reference*, Dordrecht: Reidel.

Bunge, M. (1983a), *Exploring the World*, Dordrecht y Boston: Reidel.

Bunge, M. (1983b), *Understanding the World*, Dordrecht y Boston: Reidel.

Bunge, M. (1985a), *Philosophy of Science and Technology,* Parte 1: *Formal and Physical Sciences.* Dordrecht y Boston: Reidel.

Bunge, M. (1985b), *Philosophy of Science and Technology*, Parte 2: *Life Science, Social Science and Technology*, Dordrecht y Boston: Reidel.

Bunge, M. (1993), *Sociología de la ciencia*, Buenos Aires: Siglo Veinte.

Collins. H. M. (1983), *An empirical relativist programme in the sociology of scientific knowledge*. En Knorr-Cetina y Mulkay, compils., pp. 85-113.

Collins, H. M. y T. J. Pinch (1982), *Frames of Meaning: The Social Construction of Extraordinary Science*, Londres: Routledge & Kegan Paul.

Feyerabend, P. K. (1975), *Against Method*, Londres: Verso.

Fleck, L. ([1935] 1979), *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Prefacio de T. S. Kuhn. Chicago: University of Chicago Press.

Forman, P. (1971), *Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918-1927*: "Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment". En R. McCormmach, compil., *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3: 1-115.

Hessen, B. (1931), "The social and economic rots of Newton's 'Principia'". En N. Bukharin et. al., *Science at the Cross Roads*, pp. 149-212. Reimpresión con Prólogo de J. Needham e Introducción de P. G. Werksey: Londres, Frank Cass, 1971.

Knorr-Cetina, K. D. (1981), *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Oxford: Pergamon Press.

Knorr-Cetina, K. D. (1983), "The ethnographic study of scientific work: Towards a constructivist interpretation of science". En Knorr-Cetina y Mulkay, compils., pp. 115-139.

Knorr-Cetina, K. D. y M. Mulkay, compils. (1983), *Science Observed.* Londres, Beverly Hills y New Delhi: Sage.

Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.

Latour, B. (1983), *Give a laboratory and I will raise the world.* En Knorr-Cetina y Mulkay, compils., pp. 141-170.

Latour, B. (1987), *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Cambridge, MA: Harvard University Press. Latour, B. (1988), "A relativistic account of Einstein's relativity". *Social Studies of Science,* 18: 3-44.

Latour, B. y S. Woolgar (1979), *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts.* Londres y Beverly Hills: Sage.

Latour, B. y S. Woolgar (1986), *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, 2a. ed., rev. de [1979] Princeton, NJ: Princeton University Press.

Lynch, M. E. (1988), "Sacrifice and the transformation of the animal body into a scientific object: Laboratory culture and ritual practice in the neurosciences", *Social Studies of Science,* 18: 265-289.

Lynch, M.E., E. Livingston y H. Garfinkel (1983), *Temporal order in laboratory work.* En Knorr-Cetina y Mulkay, compils., pp. 205-238.

Merton, R. K. (1957), *Social Theory and Social Structure,* ed. rev. Nueva York: Free Press.

Mulkay, M. (1969), "Some aspects of cultural growth in the natural sciences". En Barnes, compil., pp. 126-142.

Pinch, T. J. y H. M. Collins (1979), "Is anti-science not-science?", *Sociology of the Sciences Yearbook,* III: 221-250.

Pinch, T. J. y H. M. Collins (1984), "Private science and public knowledge: The Committee for the Scientific Investigation of the Claims of the Paranormal and its Use of the Literature", *Social Studies of Science,* 14: 521-546.

Rose, H. (1979), Hyper-reflexivity: "A new danger for the countermovements", *Sociology of the Sciences Yearbook,* III: 27-289.

Rose, H. y S. Rose (1969), *Science and Society.* Londres: Allen Lane, Penguin Press.

Wittgenstein, L. (1953), *Philosophical Investigations*, Oxford: Blackwell.

Woolgar, S. (1986), "On the alleged distinction between discourse and praxis", *Social Studies of Science,* 16: 309-317.

ÍNDICE

Prefacio 7
¿Qué es la ciencia? 9
¿Cuál es el método de la ciencia? 49
¿Qué significa "ley científica"? 93
Filosofar científicamente y encarar
la ciencia filosóficamente 117
Una caricatura de la ciencia:
la Novísima Sociología de la Ciencia 149
Bibliografía 184

Composición láser: Noemí Falcone

Esta edición de 2.000 ejemplares
se terminó de imprimir en
Kalifón S. A.,
Humboldt 66, Ramos Mejía, Bs. As.,
en el mes de mayo de 2001.

Los contenidos de este libro pueden ser
reproducidos en todo o en parte, siempre
y cuando se cite la fuente y se haga con
fines académicos y no comerciales

TITULOS DE PROXIMA APARICION:

SISTEMAS SOCIALES Y FILOSOFIA
ETICA Y CIENCIA
CIENCIA Y DESARROLLO
VISTAS Y ENTREVISTAS
SOCIOLOGIA DE LA CIENCIA

Acceso Abierto

BIBLIOTECA MARIO BUNGE

Introducción a la metodología científica y la filosofía de la ciencia o epistemología, esta obra de Mario Bunge es libro de texto en toda Hispanoamérica. Hoy reaparece en Editorial Sudamericana en una versión corregida y aumentada con un capítulo que la actualiza, pues analiza la filosofía y la sociología de la ciencia inspiradas en Thomas S. Kuhn y Paul Feyerabend.

La claridad meridiana del autor para exponer y argumentar se unen a su vasta experiencia y a algo que, por encima del rigor y los conocimientos que demuestra, es lisa y llanamente sabiduría. *La ciencia. Su método y su filosofía* se constituye así al mismo tiempo como un libro clave y una invitación al conocimiento.

ISBN 950-07-1043-9

9 789500 710435

www.edsudamericana.com.ar